This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

Naturhistorisches
Museum
BERN

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

MEULAN. — IMPRIMERIE DE A. MASSON.

Naturhistorisches
Museum
BERN

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME QUATRIÈME

1875 à 1876

PARIS
AU SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7
1876

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 8 *novembre* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

Par suite des présentations faites à la réunion extraordinaire de Genève, le Président proclame membres de la Société :

MM. Clerc (Charles), Capitaine au 137e régiment de ligne, à Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), présenté par MM. Dufour et Fontannes ;

Cloëz, Examinateur à l'École polytechnique, rue Linné, 7 bis, à Paris, présenté par MM. Gaudry et Jannettaz ;

Cuvier, Ingénieur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, à Chevrin, par Valeiry (Haute-Savoie), présenté par MM. Cotteau et Ébray ;

Éberstadt (Émile), Ingénieur civil, rue de Hollande, 6, à Genève (Suisse), présenté par MM. Cotteau et Ébray ;

Gruner (Édouard), Ingénieur aux forges de Sainte-Colombe, près Chatillon-sur-Seine (Côte-d'Or), présenté par MM. Daubrée et L. Gruner;

Huguenin, Négociant, à Valence-sur-Rhône (Drôme), présenté par MM. Bioche et Pillet ;

Jacomel (de), Administrateur de la Société des Mines de Sainte-Cécile-d'Andorge, à Communay, par Saint-Symphorien-d'Ozon (Isère), présenté par MM. Danglure et Jannettaz ;

Lykiardopoulo, rue des Écoles, 32, à Paris, présenté par MM. Bioche et Danglure ;

Meunier, Docteur en médecine, boulevard Saint-Michel, 63, à Paris, présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas ;

Saussure (Henri de), à Genève (Suisse), présenté par MM. Pellat et Sauvage ;

Vulpian (Paul), Sous-chef au ministère des Finances, rue Cuvier, 16, à Paris, présenté par MM. Jannettaz et Morel de Glasville.

M. Morel de Glasville, rue des Fossés Saint-Bernard, 42, à Paris.

ancien membre, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite six présentations.

M. L. Vaillant dépose sur le bureau, au nom de la *Société philomathique,* la série des publications de cette Société.

M. de Chancourtois fait hommage à la Société du mémoire qu'il avait présenté à la séance du 29 mars, et qui est intitulé : *De la* **régularisation** *des* **travaux de Géologie**; *de l'***association** *des études de* **Géologie**, *d'***Hydrologie** *et de* **Météorologie**; *et de l'***institution** *d'un* **Relevé topographique et physique** *du territoire, uniformément détaillé, à l'***échelle cadastrale** *du* **10 000e**.

Il a fait imprimer ce mémoire dès qu'il a connu le refus d'insertion prononcé par la Commission du *Bulletin,* afin de pouvoir l'offrir pendant le Congrès des Sciences géographiques (ce qui n'a pu être réalisé), et de la hâte mise à l'opération est résulté un tirage assez incorrect, sur lequel il a fait mettre le timbre *tirage provisoire,* à titre de demande d'indulgence, après avoir fait faire autant que possible les corrections à la main, et dont il dépose sur le bureau un exemplaire en même temps que l'exemplaire du tirage définitif.

M. de Chancourtois indique en outre que ce mémoire fait suite aux programmes et aux notes qu'il avait réunis avec pièces à l'appui pour les délibérations du Congrès. La série étant aujourd'hui complète, il fait hommage à la Société de l'ensemble relié en un volume, avec un sommaire, sous le titre : **Unification des travaux géographiques et géologiques,** et accompagné de la photographie de l'exposition qu'il avait faite afin de vulgariser les idées dont il a pris la défense ou l'initiative.

M. Meugy fait les communications suivantes :

Sur un **Terrain remanié** *recouvrant le Gault dans la commune de* **Saulces-Monclin** *(Ardennes),*

Par M. **Meugy**.

Il est un détail sur lequel je désire appeler l'attention de la Société géologique relativement aux faits observés aux environs de Faux (Ardennes).

Je veux parler des circonstances de gisement des Sables verts et du Gault dans la dépression qui s'étend au nord de ce village, où l'on

exploite assez activement depuis quelques années les nodules phosphatés propres à ce terrain.

Cette plaine, bordée à l'est par les marnes crayeuses qui se poursuivent jusqu'autour du hameau de Monclin, présente une surface glaiseuse, qu'au premier abord on pourrait rapporter à l'argile du Gault. Mais les travaux à ciel ouvert exécutés pour l'extraction des nodules ont permis de constater des faits qui infirment cette manière de voir. Il y a en effet, en ce point, des dépôts alluviens qu'il est impossible de révoquer en doute.

Le lit de nodules (*coquins*), dont l'épaisseur est de 0m20 environ, repose sur les Sables verts et est recouvert par la glaise du Gault avec *septarias*.

Cette formation, qui a dans son ensemble une épaisseur de 4 à 5 mètres, repose sur le Calcaire à Astartes. C'est tantôt la glaise, tantôt le sable vert, qui domine; généralement ce dernier augmente de puissance du nord est au sud-ouest, contrairement à l'argile du Gault. Mais ce qui frappe dans la plupart des excavations pratiquées en divers points de cette plaine, c'est que la glaise est ravinée. On reconnaît que sa surface a été sillonnée par des courants qui ont laissé déposer d'abord une marne blanchâtre, dans laquelle on remarque de petits fragments crayeux plus ou moins arrondis, puis sur cette marne, une glaise compacte, verdâtre et marbrée de rouge, tout à fait exempte de carbonate de chaux. La discordance de stratification qui existe entre la marne et le Gault, se reproduit avec les mêmes caractères entre la glaise de la surface et la marne qu'elle recouvre ; de sorte que ces deux dernières couches, qui ont chacune 1 mètre d'épaisseur moyenne, sont évidemment remaniées.

On peut d'ailleurs se rendre compte des faits, en supposant que les marnes qui bordent la plaine ont été délayées par les eaux diluviennes et déposées sur le Gault; puis, que le Gault lui-même a été soumis à une action érosive semblable dans les parties les plus élevées de la plaine, pour remplir ensuite les sillons creusés dans la marne précédente en nivelant la surface du sol.

Au point de vue agronomique, l'extraction des nodules phosphatés des Sables verts dans cette région peut avoir un certain intérêt, non-seulement en fournissant une matière recherchée des cultivateurs, mais aussi en permettant d'améliorer le sol glaiseux superficiel, en l'amendant au moyen de la marne sous-jacente.

Note
sur le prolongement des couches du Terrain **crétacé** *dans la partie nord-ouest du département des* **Ardennes,**

par M. **Meugy.**

Le prolongement des différentes couches du terrain crétacé, de l'est vers l'ouest, dans les Ardennes, offre un certain intérêt en raison des particularités qu'on remarque dans leur nature minéralogique et dans la disposition relative des éléments qui les composent.

Une coupe transversale, faite à Monthois, à deux lieues au sud de Vouziers, donne la série suivante, de bas en haut :

a. Gaize.
b. Sable argileux, verdâtre, avec nodules phosphatés.
c. Marne crayeuse, glauconifère, avec nodules semblables.
d. Marnes argileuses, compactes, d'un gris foncé; puis alternances de marnes grises ou blanchâtres, plus ou moins argileuses ou crayeuses, avec quelques silex.
e. Craie blanche.

Cette coupe se modifie de la manière suivante dans le canton de Chaumont-Porcien, au nord-ouest de Rethel :

a. Gaize.
b. Sable argileux, verdâtre, avec quelques nodules, comme dans l'arrondissement de Vouziers, mais beaucoup moins développé. On l'observe notamment dans le village de La Romagne, au hameau de La Cense-Brulée sur la commune de Rocquigny, et à Memphis au nord de Montmeillant.
c. Marne glauconieuse, avec quelques nodules.
c'. Marnes compactes, grises, dans lesquelles on remarque parfois des grains de glauconie (entre Draize et Chaumont).
c''. Sable glauconieux, d'un vert foncé, mais sans nodules (Adon, La Hardoye, etc.).
d. Marnes argileuses, compactes; puis alternances de craies grises ou blanchâtres, plus ou moins marneuses, avec des silex qui sont souvent de couleur grise.
d'. Craie marneuse, avec nombreux silex noirs (environs de Fraillicourt).
e. Craie blanche.

J'ai pris avec intention les mêmes lettres pour désigner les couches qui se correspondent dans les deux coupes précédentes.

On voit qu'à l'ouest, de nouveaux termes viennent s'intercaler au milieu des couches observées dans la partie sud-est du département des Ardennes.

En procédant par ordre d'ancienneté, ce sont d'abord les marnes grises compactes, *c'*, immédiatement superposées à la marne glauconieuse, puis le sable vert foncé, *c''*, qui succède aux marnes précédentes, enfin la craie marneuse avec silex, *d'*.

Nous distinguerons les deux couches glauconieuses, *b* et *c''*, en les désignant respectivement sous les noms de *Glauconie inférieure* et de

Glauconie supérieure. Ces couches sont d'ailleurs assez minces, puisqu'elles n'ont pas plus de 3 à 4 mètres d'épaisseur chacune au maximum.

Les marnes compactes, *c'*, qu'elles comprennent et qui sont analogues aux Dièves du Nord, acquièrent jusqu'à 45 mètres de puissance entre Draize et Chaumont-Porcien; mais elles ne forment là qu'une grande lentille s'amincissant rapidement au nord-ouest comme au sud-est.

En effet, au delà de Rocquigny, la Gaize est directement recouverte par la Glauconie supérieure, sur laquelle reposent les marnes crayeuses de Mainbressy. Du côté opposé, au sud-est, la Glauconie supérieure, qu'on observe encore sur les Dièves à 1 kilomètre au nord d'Herbigny, se perd à la traversée des marais de La Vaux; de sorte qu'à Mesmont, les marnes *d* succèdent immédiatement à la marne glauconieuse *c*, qui repose sur le Gault sans interposition de Gaize.

L'ensemble des couches *c*, *c'* et *c''* existe encore plus à l'est, entre le village de Vaucelles et le hameau des Tuileries, près de Saulces; mais ce n'est là qu'un point isolé. Car, en suivant les bords du bassin crayeux par Auboncourt, Monclin et Bauthémont, dans l'arrondissement de Rethel, on ne rencontre plus que la succession des couches *c*, *d*, *e*, comme dans l'arrondissement de Vouziers.

Il résulte de là que la Glauconie inférieure, si bien développée aux environs de Vouziers, perd beaucoup de son importance au nord-ouest, tandis que la Glauconie supérieure, au contraire, qui n'existe pas à Vouziers, commence seulement à se manifester entre Wasigny et Justine, et se prolonge d'une manière continue au nord-ouest, par Doumely, la ferme du Bois-Livoir, Adon, Chaumont-Porcien, La Hardoye, Rocquigny et Saint-Jean-aux-Bois.

Maintenant, si l'on se transporte plus au nord, sur les confins des Ardennes et de l'Aisne, on trouve encore au-dessous des marnes crayeuses, des sables vert foncé (Glauconie supérieure) et des grès gris-verdâtres ou jaunâtres, généralement poreux, sonores et légers, mais quelquefois compactes et durs (Mainbresson, Folie-Not, Leuze, Etréaupont), qui font suite à la Gaize, puis des sables verts argileux, avec une grande quantité de pyrites de fer, et des poudingues à noyaux de quartz, plus ou moins mêlés de grains verts, analogues au grès désigné par le nom de *cray* dans l'arrondissement de Vouziers, et que j'a observés aussi à la base de la formation crétacée, sur le Calcaire carbonitère de Sassegnies, près Berlaimont (arrondissement d'Avesnes); ces roches paraissent représenter l'étage du Gault. Enfin viennent des argiles noires, pyriteuses, avec végétaux fossiles, exploitées comme cendrières à Tarzy, Folie-Not et Leuze, que Dumont considérait comme

plus anciennes encore que le Gault et rapportait à son système aachenien.

D'après la description qu'a donnée d'Archiac de ces différentes roches, qu'il réunit en un seul groupe sous le nom de *Grès vert* et qu'il signale dans plusieurs localités, notamment à Mont-Saint-Jean où elles présentent ensemble une épaisseur de 35 mètres, à Aubenton où elles ont encore 25 mètres de puissance, à Folie-Not, à Leuze, à l'ouest de Bucilly et à Foigny sur 15 à 20 mètres environ d'épaisseur, il est facile de reconnaître les sables qui constituent notre Glauconie supérieure, dans laquelle d'Archiac signale, en certains points, des *Exogyra conica* en grand nombre, avec quelques *Pecten quinquecostatus*, et la roche de Gaize, avec empreintes mal conservées d'Exogyres et d'Inocérames, que ces sables recouvrent et qui se trouve dans le prolongement de la Gaize de Mainbresson, Rocquigny, Saint-Jean-aux-Bois, La Romagne et Draize.

Dans le département de l'Aisne, la Glauconie supérieure semble donc succéder à la Gaize sans intercalation d'argiles marneuses, comme dans les Ardennes, au nord-ouest de Rocquigny.

Quand la Gaize présente un faciès sableux, comme à Mainbresson, par exemple, la Glauconie supérieure, qui en est bien distincte, ainsi qu'on peut s'en assurer aux environs de Chaumont-Porcien, tend à se confondre avec cette roche, dont il n'est guère possible de la séparer.

Cette observation a son importance, en ce qu'elle peut prévenir des rapprochements qu'on pourrait être tenté de faire et que les faits viendraient plus tard contredire. On sait, par exemple, qu'à Wissant une couche glauconieuse peu épaisse sépare les argiles du Gault des marnes crayeuses. Il est probable que cette couche représente un des termes, *a, b* ou *c''*, des coupes précédentes ; mais je ne crois pas qu'on puisse avec certitude l'assimiler à l'un plutôt qu'à l'autre. Toutefois, en raison de l'absence de grès subordonnés et de nodules phosphatés dans cette couche sableuse verte de Wissant, je serais disposé à l'assimiler plutôt à la Glauconie supérieure des Ardennes, *c''*.

On voit en quoi nous différons des auteurs de la *Carte géologique des Ardennes* pour le classement de cette Glauconie. MM. Sauvage et Buvignier, en la considérant comme placée à la base de la Craie, admettent qu'elle se trouverait sur le même horizon que la Glauconie de Monthois; tandis que nos observations démontreraient, au contraire, qu'elle est séparée de cette dernière par une formation d'argile marneuse, dont la puissance atteint jusqu'à 45 mètres dans le canton de Chaumont-Porcien.

Une autre divergence dans nos appréciations, qui n'est d'ailleurs qu'une conséquence de la précédente, c'est que MM. Sauvage et Buvi-

gnier rattachent les marnes compactes, *c'*, à la Gaize, tandis que j'en fais un dépôt distinct, superposé à cette roche gréseuse, dont elles diffèrent entièrement par leur nature minéralogique comme par leur gisement. Je ne pense pas qu'il puisse y avoir aucun doute à ce sujet. Car, d'un côté, ces marnes comprises entre les deux bancs glauconieux, *b* et *c''*, reposent incontestablement sur la Gaize, et, d'autre part, leur composition est complétement différente. Ce sont de véritables marnes, contenant, d'après M. Sauvage lui-même, 62 % d'argile et 25 % de carbonate de chaux, avec 2 % seulement de silice gélatineuse, tandis que la Gaize renferme 56 % de silice soluble et 36 % de sable et argile, sans trace de calcaire. Et une circonstance qui doit achever de convaincre à cet égard, c'est que ces argiles marneuses, ces espèces de *Dièves*, ont pour base une marne glauconieuse avec nodules phosphatés, la même que celle de Sainte-Marie-sous-Bourcq, près Vouziers, et que de plus il existe au milieu d'elles des bancs de marnes blanchâtres tout à fait analogues à ceux qu'on rencontre à un niveau plus élevé. Il paraît donc beaucoup plus rationnel de rattacher ces marnes à la Craie plutôt qu'à la Gaize.

Je dois faire remarquer que notre seconde coupe, relative à l'ouest du département des Ardennes, rappelle une partie des faits déjà constatés dans le département du Nord. On y reconnaît en effet, au-dessus du Tourtia nervien, *c*, les Dièves compactes, de couleur plus ou moins foncée, les alternances de craies plus ou moins marneuses connues des mineurs sous les noms de *Bleus*, *Petits-Bancs*, *Fortes-Toises*, avec silex gris, et les craies marneuses avec nombreux silex si remarquables aux environs du Quesnoy, entre Landrecies et Valenciennes. Seulement ces silex *(cornus)* tendent à diminuer d'importance vers le sud-est, comme je l'ai déjà fait observer dans un précédent mémoire (1). On ne les suit guère que jusqu'à Rethel, où ils deviennent déjà assez rares. Plus loin, on perd leur trace. Je les ai vainement cherchés aux environs de Bourcq, sur la route de Vouziers à Rethel. Mais il était important de marquer sur une carte à grande échelle comme celle de l'arrondissement de Rethel ($\frac{1}{40000^e}$) actuellement en voie de publication, la limite séparative approchée entre ces silex et la Craie sénonienne qui leur succède. On sait en effet que dans le Nord cette craie commence par un banc glauconieux, connu sous le nom de *Pierre d'Hordain*, en raison de son emploi dans les constructions, et on sait aussi que c'est à ce niveau qu'apparaissent les phosphates crayeux d'Annappes près Lille. Or, si, comme je l'ai fait remarquer

(1) *Sur les caractères du terrain de Craie dans les départements du Nord, de l'Aisne et des Ardennes* (*Bulletin*, 2e série, t. XII ; 1851).

antérieurement, ce banc glauconieux tend à s'effacer de plus en plus du Nord vers les Ardennes, au point de disparaître presque complétement, il reste encore les silex qui peuvent faciliter les recherches des gisements phosphatés, puisque c'est ordinairement au-dessus d'eux que se trouvent les phosphates de la Craie.

Je dois encore signaler un fait mis en lumière par les travaux de la *Carte géologique et agronomique de l'arrondissement de Rethel.* Si l'on fait une coupe du nord-est au sud-ouest vers le centre de cet arrondissement, entre Wasigny et Bauthémont, on remarque que les marnes crayeuses reposent immédiatement sur le Gault, sans apparence de Gaize. En faisant passer cette coupe par Mesmont, on a la Gaize au nord, à Grandchamp, à une altitude de 160 à 200 mètres, limitée comme par un barrage de Coral-rag, qui s'étend de Wasigny à Wagnon. Ce Coral-rag, qui affleure au fond des vallées, est recouvert sur les plateaux par une nappe de Gault bien continue, qui à Mesmont s'enfonce sous la marne glauconieuse *c*, à laquelle succèdent les marnes *d*, d'abord compactes, comme au bois de Mesmont et à Beaumont-en-Aviotte, puis blanches ou gris-blanchâtres et avec silex gris, comme aux Monts-de-Sery et à Arnicourt. Que devient donc la Gaize à Mesmont, où, je le répète, on n'en voit pas de traces ?

On ne peut pas supposer que dans l'origine elle se soit étendue sur le Gault entre Grandchamp et Mesmont, pour être ensuite dénudée et emportée par l'érosion des eaux. Car dans ce cas, on devrait nécessairement retrouver quelque part à Mesmont un affleurement de cette Gaize plongeant au sud-ouest sous la marne glauconieuse. Du reste, cette hypothèse doit être d'autant plus écartée, que si la Gaize avait jamais existé sur le plateau compris entre Mesmont, Grandchamp et Wasigny, pour disparaître ensuite sous l'action des courants, on ne s'expliquerait pas que cette action érosive se fut arrêtée justement à la nappe de Gault si mince et si uniforme qui recouvre le même plateau, sans l'entamer sur aucun point. Les faits tendraient à prouver, au contraire, qu'à l'époque de la Gaize un golfe profond, dirigé O. 30° N. à E. 30° S., de Rocquigny vers Grandchamp, aurait été séparé des rivages plus méridionaux par une espèce de cap corallien, couvert de Gault sur les hauteurs de Mesmont et de Wasigny. La Gaize se serait donc déposée sur ces rivages au même niveau que dans le golfe septentrional dont nous venons de parler. Mais, immédiatement après son dépôt, il se serait produit, le long des mêmes rivages, un affaissement, une sorte de faille, qui aurait rejeté la couche gaizeuse du sud à un niveau inférieur à celui de la couche du nord, puis les marnes de la Craie seraient venues recouvrir cette gaize en stratification transgressive.

On s'explique de cette manière l'absence de tout affleurement gaizeux du côté sud; et ce qui donne une grande probabilité à cette supposition, c'est qu'on voit près de Wasigny, à 1 kilomètre à l'est du village, la Gaize relevée assez fortement sur les tranches des couches coralliennes, et inclinée au nord dans un sens inverse à la pente du Coral-rag qui plonge au sud. Cet effet résulte évidemment de la faille si bien caractérisée qui passe entre Grandchamp et Mont-Saint-Martin, et qui amène les marnes et les roches siliceuses de l'Oxford-clay au contact du Coral-rag; de sorte qu'en se dirigeant du hameau de Mont-Saint-Martin vers le bas-fond à l'est du village de Grandchamp, on passe sans transition du calcaire corallien aux couches oxfordiennes relevées là au niveau de ce calcaire.

C'est sans doute une faille semblable à celle-ci qui s'est produite à peu de distance au sud de Mesmont et qui a donné lieu de ce côté à un effet inverse, en relevant le Coral-rag par rapport à la Gaize.

Cette circonstance peut aussi rendre compte du fait de la disparition des Dièves, *c'*, et de la Glauconie supérieure, *c''*, dans les mêmes parages. En effet, si, comme il est permis de le supposer, la surface du cap corallien dont il a été question ci-dessus, formait une plage unie et très-peu inclinée vers Chaumont-Porcien, les Dièves et la Glauconie supérieure qui les surmonte ont pu s'y déposer de manière à présenter de larges affleurements, tandis que plus à l'est, où les côtes de Mesmont, Novion-Porcien, etc., étaient baignées par des mers profondes, bordées de falaises abruptes, les mêmes dépôts n'ont pu se produire en raison de la force vive dont les eaux étaient animées, sauf en quelques points où, comme à Vaucelles, la plage se trouvait dans des conditions topographiques analogues à celles qui existaient vers Chaumont. C'est ainsi qu'on peut concevoir que l'ensemble des couches *c'* et *c''* peut être représenté exceptionnellement à Vaucelles, comme entre Draize et Chaumont, bien que sur une moins grande étendue.

Telles sont les conséquences qui paraissent découler de l'étude attentive des lieux et du rapprochement des faits observés. Nous désirons qu'elles puissent être adoptées et mises à profit par les ingénieurs chargés de dresser la *Carte géologique détaillée de la France*.

A la suite de cette communication, M. Charles **Barrois** rappelle qu'il a offert récemment à la Société un mémoire sur la région étudiée par M. Meugy (1). Aussi a-t-il entendu avec intérêt le travail détaillé

(1) *La zone à* Belemnites plenus, *de Blainv.: Étude sur le Cénomanien et le Turonien du bassin de Paris, in Annales de la Société géologique du Nord*, t. II, p. 146; Lille, mai 1875.

qui vient d'être lu et qui ajoute certainement à nos connaissances sur le département des Ardennes.

M. Ch. Barrois fait toutefois observer que les différences considérables signalées par M. Meugy entre le Cénomanien des environs de Vouziers, de Rethel et de Chaumont-Porcien, sont purement minéralogiques. Les différences sont beaucoup plus faibles si on compare les divisions paléontologiques, au lieu des divisions pétrographiques.

Ces divisions paléontologiques, établies dans le bassin de Paris par M. Hébert, ont été suivies par M. Ch. Barrois de l'Yonne au Pas-de-Calais. Voici quelle est la composition du Cénomanien et du Turonien dans le département des Ardennes, d'après M. Barrois :

		VOUZIERS.	RETHEL.	CHAUMONT-PORCIEN.
TURONIEN OU SÉNONIEN?	Zone à *Micraster breviporus.*	Craie blanche dure.	Craie blanche à silex gris.	Craie blanche à silex gris.
TURONIEN.	Zone à *Terebratulina gracilis.*	Marne très-argileuse ; 30m.	Marne très-argileuse ; 14m.	Marne très-argileuse ; 12m.
	Zone à *Inoceramus labiatus.*	Manque.	Manque.	Manque.
CÉNOMANIEN.	Zone à *Belemnites plenus.*	Marne ; 10m.	Marne ; 10m.	Marne ; 3 à 4m.
	Zone à *Holaster subglobosus.*	Manque.	Manque.	Manque.
	Zone à *Pecten asper.*	Marne glauconifère ; 12m	Marne glauconifère ; 1m.	Marne glauconifère ; 10m.
	Zone à *Ammonites inflatus.*	Gaize ; 100m.	Argile ; 2m.	Argile sableuse et glauconifère ; 15m.

Le secrétaire donne lecture des notes suivantes :

TERRAIN JURASSIQ			*Pecten velatus.*		intercalées, à cassure largement conchoïdale.	très-rares).
	moyen.	Oxfordien.	Calcaires compactes à *Ammonites bimammatus*	O_3	100m	Calcaire gris ou bleu-foncé, compacte, en bancs de 0m30 à 0m50, réguliers, à cassure lisse, largement conchoïdale. Zone à pierre de taille.	Au sommet : *Ammonites Schilli*, Opp., *A. Streichensis*, Opp., *Terebratula subsella*, Leym., *Rhynchonella lacunosa*, Quenst.; A la base : *Ammonites bimammatus*, Quenst., *A. callicerus*, Opp., *A. Martelli*, Opp., *A. complanatus*, Quenst.
			Marnes compactes, à *Ammonites cordatus.*	O_2	20m	Marnes grises, compactes, passant au calcaire marneux dans les bancs supérieurs.	*Ammonites cordatus*, Sow., *A. tortisulcatus*, d'Orb., *A. Martelli*, Opp., *A. plicatilis*, Sow.
			Marnes schistoïdes, à *Ammonites crenatus.*	O_1	10m	Marnes grises ou bleues, argileuses, schistoïdes, fusant à l'air.	*Ammonites crenatus*, Brug., *A. tortisulcatus*, d'Orb., *A. plicatilis*, Sow., *A. canaliculatus*, v. Buch.
		Oolithe inférieure.	Calcaire à Entroques (E. Dumas).	I_2	50m	Dolomie grise, compacte ou celluleuse, se réduisant en sable.	Fragments indéterminables de bivalves ; Térébratules, Rhynchonelles.
			Marnes à Fucoïdes.	I_1	40m	Alternance de marnes grises, micacées, et de calcaires gréso-marneux jaunâtres, avec conglomérat schisto-quartzeux à la base.	Traces charbonneuses de Végétaux.
TERRAIN AZOÏQUE (ANTÈ-SILURIEN ?)			Calcaire cristallin.	C	500m	Calcaire compacte, bleuâtre ou jaunâtre, dolomitique, à stratification peu distincte, avec nombreuses géodes et veines cristallines.	Aucune trace d'anciens organismes.
			Talcschistes.	T	1500m	Schistes verdâtres, talco-siliceux, passant soit au quartzite, soit au phyllade, souvent pyriteux ou injectés de carbonate de chaux.	Id.

Note sur la **Géologie** *de la ligne de* **Lunel** *au* **Vigan**, par M. **Torcapel.**

Pl. I.

Le chemin de fer de Lunel au Vigan se détache de la ligne de Tarascon à Cette à la station de Gallargues. Il remonte la vallée du Vidourle jusqu'à Saint-Hippolyte; puis, franchissant le col de La Cadière, il passe dans le bassin de l'Hérault, qu'il ne quitte plus jusqu'au Vigan.

Dans ce parcours de 73 kilomètres, il traverse une assez grande variété de terrains. Ce sont d'abord la Mollasse marine miocène et les dépôts lacustres éocènes; puis le Néocomien moyen et inférieur, et toute la série jurassique moins le Lias. Enfin la ligne se termine dans le massif des Schistes talqueux qui constituent la charpente primitive des monts Cévennes.

Les tranchées profondes et les nombreux souterrains qu'a nécessités l'établissement de la ligne nous ont permis de recueillir des notions précises sur la constitution de ces divers terrains, et nous venons présenter à la Société les résultats de nos observations. Le tableau ci-contre résume les caractères géologiques, minéralogiques et paléontologiques des couches traversées, et le profil en long qui accompagne cette note (Pl. I) indique l'allure de ces couches dans la direction de l'axe du chemin de fer. Comme cette direction n'est pas toujours celle qui conviendrait le mieux pour déterminer les relations stratigraphiques et la puissance réelle des divers étages, nous avons joint à ce profil en long six coupes transversales, qui sont prises, autant que possible, normalement à la direction générale des strates, et qui achèvent ainsi de définir la constitution géologique de la contrée traversée.

Notre étude a été singulièrement facilitée par les travaux antérieurs d'Émilien Dumas, dont la fin prématurée a été si regrettable pour la géologie du Gard. En outre, M. le professeur de Rouville a bien voulu nous prêter le concours de ses lumières; qu'il veuille agréer ici le témoignage de toute notre reconnaissance. Nous devons aussi des remerciements spéciaux à MM. Jeanjean et Boutin, nos excellents confrères et amis, pour la libéralité avec laquelle ils nous ont communiqué les résultats de leurs recherches dans les environs de Saint-Hippolyte et de Ganges.

Nous ne saurions entreprendre ici une description complète des cou-

ches traversées. Nous nous bornerons à résumer brièvement, parmi les faits que nous avons été à même d'observer, ceux qui nous paraissent offrir le plus d'intérêt. Nous commencerons par les terrains les plus anciens et suivrons l'ordre ascendant des strates. Nous nous étendrons un peu plus sur les étages jurassiques supérieurs, qui ont spécialement attiré notre attention, vu l'intérêt tout particulier que présente leur étude.

Terrain azoïque.

Taleschistes. Les schistes, pris en masse, sont plutôt quartzeux qu'argileux. Ils renferment une forte proportion de talc, et celui-ci s'isole quelquefois en veines entre les feuillets de la roche. Ils passent au phyllade sur plusieurs points, notamment près du Pont-d'Hérault, où on les a exploités comme ardoises grossières. Ils sont toujours plus ou moins pyriteux, et la pyrite, en se décomposant à l'air, leur fait prendre en peu de temps des teintes verdâtres ou ocreuses prononcées, tandis que leur couleur naturelle est le gris-bleuâtre clair. Nous y avons rencontré en outre des rognons de sulfate de baryte et des cristaux de sulfate de chaux. Ils contiennent peu de quartz en rognons; mais ils sont traversés par d'assez nombreux filons de quartz blanc, d'une épaisseur de 2 à 3 mètres et plus. L'un de ces filons a été coupé par la ligne vers la tête nord du souterrain de Sumène.

Filons de porphyre. Les Schistes talqueux renferment près du Pont-d'Hérault plusieurs filons de Porphyre quartzifère, que les déblais du chemin de fer ont coupés. Ce porphyre est à pâte bleuâtre; il contient de nombreux grains de quartz arrondis ou quelquefois bipyramidés, des cristaux plus ou moins abondants de feldspath orthose, un minéral vert-foncé qui paraît être de l'olivine, et enfin des grumeaux vert-jaunâtres de talc serpentineux. Ces filons, dont la puissance varie de 3 à 4 mètres, ont une inclinaison relativement faible (20° environ), qui est la même que celle des couches schisteuses dans lesquelles ils sont intercalés. Il y a concordance parfaite de stratification, et il semble dès lors qu'on ait plutôt affaire ici à des couches qu'à des filons proprement dits. Ajoutons que la texture et l'apparence des schistes ne sont en aucune façon modifiées au contact du porphyre. Nous avons remarqué, en outre, que la matière talqueuse est beaucoup plus abondante sur les bords des filons qu'au centre de la masse, et peut-être n'existe-t-elle dans celle-ci que par un effet de métamorphisme de contact. Il résulte de ces faits que ces nappes porphyriques ont dû se répandre sur les schistes avant leur soulèvement et à une température relativement basse.

Sur d'autres points, comme à La Jouverde (voir le profil en long au

kil. 66), les Porphyres ont un caractère différent : ils se présentent en masses évidemment éruptives, et se coordonnent à des dislocations et à des altérations très-sensibles des roches encaissantes, qui s'imprégnent de matières alumineuses. Ils contiennent alors du mica noir, et passent par degrés insensibles au Granite porphyroïde, qui forme non loin de là les masses éruptives des monts Lengas et Liron.

Calcaire cristallin. La couleur la plus ordinaire de ce calcaire est le gris d'acier, passant au jaunâtre dans les parties exposées à l'air. La roche est presque toujours très-magnésienne. La dolomie y forme des veines et des amas, et même des cristaux complets dans les cavités géodiques assez nombreuses que présente le calcaire. Dans les parties voisines du Granite éruptif, le calcaire devient blanc et éminemment cristallin; il prend même sur plusieurs points l'aspect saccharoïde (Cap des Mourèses, Mandagout), et renferme alors des veines et des grumeaux verdâtres de serpentine; mais les surfaces exposées à l'air s'altèrent assez rapidement, ce qui empêche de tirer parti de cette roche comme marbre d'ornement.

Le calcaire azoïque est nettement stratifié, et son origine sédimentaire ne saurait être douteuse. Cependant, malgré les recherches les plus minutieuses, il nous a été impossible, de même qu'aux observateurs qui nous ont précédé, d'y découvrir la moindre trace de débris organiques. Il forme plusieurs massifs irréguliers, intercalés dans les Schistes talqueux, et les relations stratigraphiques de ces divers massifs, soit entre eux, soit avec les schistes, sont des plus difficiles à déterminer, tant à cause de la difficulté de suivre la stratification des schistes, que par suite des dislocations qui ont modifié profondément les rapports primitifs des couches.

Nous avons pu cependant, par des observations multipliées, constater les faits ci-après :

1° Dans le voisinage du Vigan et de Saint-Bresson, les calcaires ont un pendage assez régulier vers le sud-ouest. La direction des strates varie de N. 22° O. à N. 70° O. et est en moyenne de N. 55° O. Cette direction est d'autant plus remarquable qu'elle contraste complétement avec celles des vallées et des crêtes montagneuses les plus voisines. Mais c'est celle des crêtes qui séparent les vallées des différents Gardons, et nous pensons qu'on peut y voir un ancien témoin des mouvements primitifs du sol, qui a échappé aux soulèvements postérieurs. C'est aussi la direction du *système du Morbihan.*

2° Suivant les zones schisteuses qui séparent les masses calcaires, les schistes sont comme triturés et souvent altérés par des injections quartzeuses ou alumineuses. En outre, de nombreux filons de quartz,

de porphyre, des amas de fer hydraté, de quartz cuprifère, se montrent à la limite des calcaires et des schistes.

La direction générale de ces zones et des dislocations dont elles portent la trace, est en moyenne de N. 70° E. C'est aussi celle des crêtes des monts Lengas et Liron, soulevées par l'éruption des Granites porphyroïdes. Elle concorde d'ailleurs avec le *système du Hundsrück.*

Nous croyons qu'on peut conclure de ces faits que le dépôt des schistes et des calcaires intercalés a eu lieu avant le soulèvement du Morbihan; celui-ci leur a imprimé la direction N. 55° O. Plus tard est venu le soulèvement du Hundsrück, qui les a disloqués par des failles dirigées N. 70° E. Leur dépôt serait donc antérieur à l'époque silurienne. La composition éminemment quartzeuse des schistes et l'absence de débris organiques conduisent d'ailleurs à la même conclusion. Les terrains silurien et dévonien n'auraient pas, d'après cela, été déposés dans la contrée, ou plutôt ils auraient disparu par dénudation, antérieurement à la période houillère.

Terrain houiller.

Les lambeaux de terrain houiller qui existent aux abords du Vigan et de Sumène reposent sur les talcschistes; mais il est très-remarquable qu'ils sont tous adossés à un massif plus ou moins important de calcaire cristallin qui les domine. Nos coupes 5 et 6 donnent deux exemples de cette disposition. Il est, dès lors, à supposer que ces lambeaux sont les restes d'un bassin beaucoup plus étendu, restes qui n'ont échappé à la dénudation générale que grâce à la résistance de la roche contre laquelle ils s'appuient.

Trias, Lias.

Du Vigan à Sumène la ligne reste dans les Schistes talqueux. Près de cette dernière localité elle passe brusquement dans les Marnes à Fucoïdes de l'Oolithe inférieure. Le Trias et le Lias sont cependant très-développés à la montagne de La Fage, à 3 kilomètres seulement à l'est de Sumène. On les retrouve également au lieu dit Le Puget, à 2 kilomètres au sud-ouest. On ne remarque d'ailleurs aucune faille qui explique leur absence à la traversée du chemin de fer. Il en résulte qu'aux abords de Sumène les Schistes talqueux formaient dans la mer jurassique une sorte d'arête, sur laquelle le Trias et le Lias n'ont pu se déposer.

Il est à remarquer que c'est à partir de ce point que les dolomies du Lias prennent le grand développement qu'elles affectent dans

l'Ouest du département du Gard, et que le Calcaire à Gryphées disparaît.

Oolithe inférieure.

Calcaires et marnes à Fucoïdes. — Cet étage n'est représenté dans la coupe du chemin de fer que par des calcaires jaunâtres, gréseux, avec des couches subordonnées de marnes grises, micacées. Il repose sur les Schistes talqueux par l'intermédiaire d'une sorte de conglomérat formé de débris de schistes avec rognons de quartz blanc. Les couches plongent vers le sud, comme les schistes, mais avec une inclinaison moins prononcée. Ces caractères indiquent un dépôt côtier et corroborent les observations qui précèdent.

Calcaire à Entroques. — L'Oolithe inférieure se termine par les dolomies qui ont été considérées par Émilien Dumas comme représentant le Calcaire à Entroques, et dont les escarpements forment dans les Cévennes un horizon si remarquable. La Grande oolithe et le Callovien manquent.

Au-dessus de cet horizon se développe, entre Ganges et Sumène, le long de la cluse pittoresque du Rieutord, une coupe admirable de tous les termes de la formation jurassique existant dans la contrée entre la base de l'Oxfordien et le Néocomien inférieur. Les déblais du chemin de fer nous ont permis d'y recueillir d'assez nombreux fossiles et d'y reconnaître les étages et zones que nous allons successivement passer en revue, en continuant de marcher de bas en haut.

Comme on le verra, ces zones ne sont pas un simple accident particulier à la région traversée par le chemin de fer; elles se retrouvent avec les mêmes caractères dans tout le Gard et dans l'Ardèche.

Étage oxfordien.

1° *Marnes argileuses*, grises ou bleues, schistoïdes, très-friables, fusant à l'air. Puissance, 10m00.

Elles renferment (1) :

Ammonites crenatus, Brug. (d'Orb., *Pal. fr., Terr. jur.*, pl. CXCVII, fig. 5 et 6),
— *tortisulcatus*, d'Orb. (*ibid.*, pl. CLXXXIX),
— *plicatilis*, Sow. (*A. biplex*, d'Orb., *ibid.*, pl. CXCII, fig. 1 et 2),
— *canaliculatus*, v. Buch (Opp., *Pal. Mitth.*, t. II, pl. LI, fig. 3).

(1) Nous ne citons que les fossiles que nous avons pu déterminer d'une manière certaine. — M. Petit, Chef de section du chemin de fer à Ganges, que nous avions prié de recueillir les fossiles trouvés dans les tranchées et carrières de sa section, a mis le zèle le plus louable à s'acquitter de cette mission.

Cette zone et la suivante ont près de Quissac une puissance beaucoup plus considérable. Il en est de même dans l'Ardèche.

2° *Marnes compactes*, passant au calcaire marneux dans les bancs supérieurs. Puissance, 20m00.

Les fossiles sont :

Ammonites plicatilis, Sow. (*A. biplex*, d'Orb., *Pal. fr., Terr. jur.*, pl. CXCII, fig. 1 et 2),
— *convolutus*, Quenst. (*A. biplex*, d'Orb., *ibid.*, pl. CXCII, fig. 3 et 4),
— *Martelli*, Opp. (*A. biplex*, d'Orb., *ibid.*, pl. CXCI, fig. 1 et 2),
— *cordatus*, Sow. (d'Orb., *ibid.*, pl. CXCIV),
— *perarmatus*, Sow. (d'Orb., *ibid.*, pl. CLXXXIV),
Rhynchonella varians, Quenst. (*Jura*, pl. LXVI, fig. 25).

Nous n'avons pas rencontré l'*Ammonites transversarius*.

3° *Calcaires compactes*, gris ou bleu-foncé, à cassure largement conchoïdale, en bancs de 0m30 à 0m50 et plus, souvent séparés par de petits lits de marne grise, exploités comme pierre de taille. Puissance, 100m00.

Cette zone forme des escarpements qui la signalent au loin, mais qu'il ne faut pas confondre avec ceux de l'étage de l'*A. polyplocus*, dont il sera question ci-après.

Les lits marneux qui séparent les bancs calcaires présentent en abondance les *A. tortisulcatus*, *A. convolutus*, *A. plicatilis* et *A. Martelli* de la zone précédente. On y recueille également, mais plus rarement, l'*A. bimammatus*, Quenst. (*Jura*, pl. LXXVI, fig. 9), qui ne se montre pas dans les couches voisines. Un seul échantillon de l'*A. callicerus*, Opp. (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LV, fig. 2), a été trouvé à la tranchée de La Matinière.

Dans la partie supérieure de la zone (tranchée du Mas-Laget) nous avons recueilli en outre :

Ammonites Schilli, Opp. (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LXV, fig. 7),
— *Streichensis*, Opp. (*ibid.*, pl. LXVI, fig. 3),
Terebratula subsella, Leym. (de Lor., *Descr. géol. et pal. des ét. jur. sup. Haute-Marne*, pl. XXV, fig. 2-20),
— *orbis*, Quenst. (*Jura*, pl. LXXIX, fig. 23-29),
— *nucleata*, Schloth. (Quenst., *ibid.*, pl. LXXIX, fig. 12),
Rhynchonella lacunosa, Quenst. (*ibid.*, pl. LXXVIII, fig. 15).

Oppel indique les *Ammonites callicerus* et *A. Schilli* comme appartenant à la zone de l'*A. transversarius*, Quenst., c'est-à-dire à l'Oxfordien moyen. M. de Loriol cite l'*A. Schilli* dans l'étage séquanien de la Haute-Marne. Cette espèce occupe donc ici une position intermédiaire.

L'*A. Streichensis*, qui est très-voisin de l'*A. involutus* de Quenstedt

(*Cephalopoden*, pl. XII, fig. 9), appartient, d'après Oppel, à la zone des *A. Haufianus* et *A. Marantianus*, soit à l'Oxfordien supérieur.

Les calcaires qui nous occupent, caractérisés en somme par les *Ammonites bimammatus*, *A. Streichensis* et *Terebratula lacunosa*, se trouvent en Allemagne et à Crussol (1) immédiatement au-dessous de la zone de l'*Ammonites tenuilobatus*. Oppel les considérait comme formant la partie supérieure de l'Oxfordien. Nous les retrouvons ici dans la même position; car, comme nous allons le voir, nous entrons, avec la zone suivante, dans le domaine de l'*A. tenuilobatus*.

*Étage de l'*Ammonites polyplocus.

1° *Calcaires marneux, en bancs minces.* Aux calcaires compactes dont nous venons de parler, succède une série de petits bancs calcaires, un peu marneux, gris ou bleu-foncé, en couches de 0m05 à 0m10, très-réguliers et alternant avec des lits de marne. Ces lits facilitent la désagrégation de l'ensemble; aussi cette zone forme-t-elle des talus inclinés à environ 30°, qui relient les escarpements de la zone précédente avec ceux de la suivante (voir les coupes 2, 3 et 5). Sa puissance est en moyenne de 60 mètres.

Les fossiles y sont excessivement rares. Nous n'y avons trouvé qu'une seule Ammonite (*A. Martelli*, Opp.) et, dans un banc compacte subordonné : *Terebratula orbis*, Quenst., *T. bisuffarcinata*, Schloth., *T. nucleata*, Quenst., *Pecten velatus*, Quenst. (*Jura*, pl. LXXVIII, fig. 3), *P. erinaceus*, Buv.

Si nous réunissons cette zone aux couches à *Ammonites polyplocus*, malgré l'absence de ce dernier fossile, c'est que nous considérons cette absence comme accidentelle. Nous avons en effet retrouvé dans l'Ardèche les mêmes bancs très-riches en *A. polyplocus* et autres espèces de la même zone. Les fossiles que nous venons de citer et qui se montrent dans le Jura blanc γ de l'Allemagne, c'est-à-dire au niveau des couches à *A. tenuilobatus*, justifient d'ailleurs ce rapprochement.

2° *Calcaires compactes, à gros bancs.* Au-dessus des talus, relativement doux, de la zone précédente, se dressent les escarpements d'un calcaire compacte, de couleur plus claire, à cassure moins largement conchoïde, en bancs de 0m50 à 1m00, bien stratifiés. La roche est injectée de nombreuses veines de spath calcaire, qui ne lui enlèvent rien de sa solidité; car ses bancs sont exploités comme pierre de taille, de préférence même aux calcaires de l'Oxfordien.

La puissance de cette zone est d'environ 30 mètres aux environs de Ganges; elle atteint 50 mètres entre Sauve et Quissac.

(1) Voir Oppel, *Pal. Mitth.* : *Geognostische Studien im Ardèche Departement.*

Les calcaires compactes sont généralement riches en fossiles ; nous y avons rencontré :

Ammonites Arolicus, Opp. (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LI, fig. 1) ;
— *tortisulcatus*, d'Orb., identique avec celui de l'Oxfordien inférieur, mais plus rare ici ;
— *compsus*, Opp. ? : espèce très-voisine de l'*oculatus*, mais à côtes plus serrées que dans les fig. 1 et 2 de la planche CC de d'Orbigny. Nous ne la rapportons qu'avec doute à l'*A. compsus*, Opp.; car aucun de nos nombreux échantillons ne porte sur le dos la crête saillante indiquée dans la figure de cet auteur (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LVII, fig. 1) : leur dos est lisse ou orné de tubercules arrondis. — Très-abondant au sommet du Thaurac, près de Ganges ;
— *oculatus*, d'Orb. (*Pal. fr.*, *Terr. jur.*, pl. CCI, fig. 1 et 2) ;
— *Pichleri*, Opp. (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LI, fig. 4) : espèce voisine de l'*oculatus*, faisant partie, d'après Oppel, de la zone à *A. bimammatus* ;
— *virgulatus*, Quenst. (*Jura*, pl. LXXIV, fig. 4) ;
— *Schilli*, Opp. (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LXV, fig. 7) ;
— *Achilles*, d'Orb. (*Pal. fr.*, *Terr. jur.*, pl. CCVII, fig. 1 et 2) ;
— *balderus*, Opp. (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LXVII, fig. 2) ;
— *serus*, Opp. (*Phylloceras serum*, Opp., *Pal. Mitth.*, *Stramb.*, pl. VII, fig. 5 et 6) ;
— *polyplocus*, Quenst. (*subfascicularis*, d'Orb., *Pal. fr.*, *Terr. crétacés*, pl. XXX, fig. 1 et 2) ;
— *Lothari*, Opp. (*Pal. Mitth.*, t. II, pl. LXVII, fig. 6) ;
— *dentatus*, Rein. (Opp., *ibid.*, t. II, p. 202) ;
— *Uhlandi*, Opp. (*ibid.*, p. 224) : espèce rappelant les *A. gigas*, *A. Gravesianus* et *A. Irius* du Portlandien, tels que les figure d'Orbigny ;
— *iphicerus*, Opp. (*ibid.*, pl. LX, fig. 2). — MM. de Loriol et Zittel considèrent cette espèce comme identique avec l'*A. longispinus*, Sow. (*non* d'Orb.), du Kimméridgien. Nous n'avons pas rencontré l'*A. caletanus*, Opp. (*longispinus*, d'Orb.) ;
— *acanthicus*, Opp. (*ibid.*, p. 219) ;
— *liparus*, Opp. (*ibid.*, pl. LIX, fig. 1). — Ces deux dernières espèces, très-voisines, indiquées par Oppel dans la zone de l'*A. tenuilobatus*, rappellent l'*A. Lallierianus* du Kimméridgien ; mais les tubercules bordant l'ombilic sont moins prononcés et moins déversés à l'intérieur ;
— sp.: espèce très-voisine de l'*A. carachteis* des couches de Stramberg, mais qui, d'après l'examen qu'en a fait M. Hébert, ne lui est pas identique ; probablement *A. fialar*, Opp. ;
Terebratula subsella, Leym. ;
Rhynchonella lacunosa, Quenst.

Cette faune indique clairement que nous avons ici la zone de l'*Ammonites tenuilobatus* d'Oppel ; toutefois nous n'y avons pas rencontré cette dernière espèce.

Cette zone est très-reconnaissable, tant par ses caractères pétrographiques que par ses nombreux fossiles. Elle se retrouve dans toute la chaîne jurassique du Gard et est encore plus développée dans

l'Ardèche. Elle constitue un horizon des plus précieux pour l'étude si difficile des couches jurassiques supérieures.

Calcaire à Dicérates et à Terebratula Moravica.

Les calcaires compactes à gros bancs sont couronnés par un banc, de 2 à 3 mètres d'épaisseur, d'un calcaire massif, très-dur, à cassure inégale, dans lequel nous avons trouvé :

Terebratula Moravica, Glock.,
— *subsella*, Leym.,
— *humeralis*, Rœm.,
— *bisuffarcinata*, Schloth. (Quenst., *Jura*, pl. LXXIX, fig. 17 et 20),
Rhynchonella pinguis, Rœm. (Étall., *Leth. Brunt.*, pl. XLII, fig. 5),
— *pectunculoïdes*. Etall. (*ibid.*, pl. XLII, fig. 3),
— *multiplicata*, Quenst. (*Jura*, pl. LXXVIII, fig. 16),
Cidaris glandifera. Goldf.

Au-dessus vient un massif très-puissant de calcaires compactes, à cassure inégale, à stratification peu distincte, présentant de nombreux points cristallins, caverneux et coupés par de grandes fissures verticales, prenant, sous l'action séculaire des agents atmosphériques, l'aspect ruiniforme, et constituant des déserts pierreux, impropres à la végétation. La couleur de la roche est le gris ou le brun-clair; elle devient de plus en plus claire à mesure qu'on s'élève, et arrive même sur quelques points au jaune très-clair (tranchée de La Baraque) et au blanc pur (station de Saint-Hippolyte).

Ces calcaires sont souvent dolomitiques, surtout dans la partie inférieure, où la dolomie forme, en plusieurs endroits, une couche assez régulière pour qu'on ait pu y voir un étage distinct; mais les recherches spéciales que nous avons faites à ce sujet nous ont montré que cette assise dolomitique n'a rien de continu, et que le développement de la dolomie dans la région de Ganges n'est pas en rapport nécessaire et complet avec la stratification (1).

Les calcaires ruiniformes ne sont jamais exploités comme pierre de taille. Leur puissance atteint à Ganges environ 200 mètres. Ils couronnent les escarpements de la zone précédente et les continuent en quelque sorte, ce qui fait que le point de séparation est parfois difficile à distinguer.

Leurs caractères paléontologiques sont d'ailleurs bien différents de ceux des calcaires précédents. En effet, tandis que ces derniers sont presque partout fossilifères, les fossiles sont excessivement rares dans

(1) Voir la coupe présentée par M. P. de Rouville à la réunion de Digne (*Bull.*, 2e sér., t. XXIX, p. 687, pl. IX, fig. 5).

les calcaires ruiniformes, et, à l'exception de ceux que nous venons d'indiquer, de la *Terebratula Moravica* et de quelques Polypiers recueillis à la tranchée de La Baraque, il nous a été impossible d'en rencontrer aucun. Cependant M. Jeanjean nous a dit avoir trouvé la *Terebratula humeralis* près de la station de Saint-Hippolyte et le *Diceras Luci* à la tranchée d'Espèches (kil. 38).

MM. Coquand et Boutin ont d'ailleurs montré (1) que ces calcaires ne sont autre chose que le prolongement des calcaires blancs crayeux du Bois de Mounier et de la Séranne, où les Dicérates et la *Terebratula Moravica* sont si abondants. Nos recherches personnelles ont pleinement confirmé la manière de voir de nos savants confrères. En effet, en suivant pied à pied l'horizon si reconnaissable de l'*Ammonites polyplocus*, nous avons vu les calcaires ruiniformes devenir de plus en plus clairs et cristallins, à mesure que nous nous rapprochions du massif de la Séranne et du Bois de Mounier, et enfin, au pied même de la Séranne, nous avons trouvé le calcaire blanc crayeux, fossilifère, succédant immédiatement aux bancs à *A. polyplocus*. Il y a donc bien évidemment une transformation latérale, et ce changement de faciès ne présente certainement rien d'inadmissible, ni même de nouveau, en présence des faits du même genre constatés sur d'autres points, et notamment dans la Haute-Marne par M. Tombeck (2).

Quelle que soit la rareté des fossiles rencontrés dans les déblais du chemin de fer, nous sommes donc bien autorisé à identifier la zone qui nous occupe avec celle des calcaires à Dicérates et à *Terebratula Moravica*.

Ces calcaires atteignent leur maximum de puissance à la Séranne, où on peut l'évaluer à 300 mètres. Ils s'amincissent en marchant vers l'est, et à Saint-Hippolyte ils n'ont plus guère que 100 mètres. D'après nos dernières observations ils viennent finir dans l'Ardèche vers Berrias. Sur plusieurs points ils ont été fortement dénudés; ainsi, à la montagne du Thaurac, près Ganges, les couches à *Ammonites polyplocus* se trouvent à découvert sur des surfaces considérables. Il en est de même au Coutach, près Sauve.

Terrain néocomien.

La zone que nous venons de décrire paraît avoir été la dernière assise jurassique déposée dans la contrée, car les premières couches néocomiennes, contenant la *Terebratula diphyoïdes* et toute la faune de Berrias en abondance, reposent sur elle en stratification concor-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXVI, p. 831.
(2) *Bull.*, 3e sér., t. II, p. 14.

dante. C'est ce qu'on peut vérifier à Lamoure, près de Ganges, dans le ravin de la Garenne, à La Cadière, près de Sauve, et dans nombre d'autres localités. En outre, au point de contact, les caractères pétrographiques sont presque identiques, et il est souvent difficile d'indiquer d'une manière précise le plan de séparation des deux formations. Nous n'avons trouvé aucune trace de brèche dans le voisinage de leurs limites, ni dans le Néocomien inférieur. Tout paraît indiquer que la sédimentation a été continue, et qu'aucun mouvement brusque de quelque importance ne s'est produit, dans nos contrées, à la fin de la période jurassique. Il y a seulement discordance d'isolement, par suite des dénudations qui ont enlevé sur les pentes et les plateaux élevés les dépôts néocomiens, et qui ont même fortement entamé les couches jurassiques supérieures.

Les couches néocomiennes viennent souvent buter par leur tranche contre les couches jurassiques; mais quand cela se produit, c'est toujours par l'effet de quelque faille qui a altéré les rapports primitifs des couches, qui les a broyées et même quelquefois renversées sur elles-mêmes. Ces failles, comme le montre le profil, sont très-nombreuses, et quelques-unes très-accentuées, notamment celle qui est indiquée dans la coupe 2, à gauche de Quissac, et qui a mis en contact le Néocomien moyen et l'Oxfordien inférieur, ce qui représente une dénivellation d'environ 700 mètres.

Nous n'avons d'ailleurs rien de particulier à dire sur les diverses assises du terrain néocomien, si ce n'est que leur puissance respective nous a semblé très-variable, les unes s'accroissant aux dépens des autres (1).

Il nous semble résulter des faits qui viennent d'être exposés, que les couches à *Ammonites polyplocus* et les calcaires à *Terebratula Moravica* représentent dans nos contrées le terrain jurassique supérieur. Nous nous abstenons toutefois de les assimiler, soit au Corallien, soit au Kimméridgien ou au Portlandien du bassin anglo-français. Il nous paraît en principe impossible d'établir une correspondance absolue entre les divers étages de deux formations qui, bien que contemporaines dans leur ensemble, diffèrent complétement dans les détails. L'important ici est, d'ailleurs, de savoir si entre les couches à *T. Moravica* et les assises néocomiennes il a existé dans nos contrées des dépôts qui auraient disparu, ou si, au contraire, les premiers dépôts néocomiens ont succédé, sans lacune de quelque importance, aux cal-

(1) Nous avons réuni dans une même zone les calcaires à *Ostrea Couloni* et ceux à *O. macroptera*. Ce dernier fossile appartient aux couches supérieures de cette zone.

caires à *T. Moravica*. La concordance des deux formations, l'absence de conglomérats au point de contact, la façon souvent insensible dont on passe d'une roche à l'autre, nous paraissent devoir faire admettre cette dernière hypothèse.

Dépôts tertiaires.

La constitution pétrographique et les relations stratigraphiques de ces dépôts sont suffisamment indiquées dans notre tableau et dans nos coupes. Nous n'avons rien de particulier à y ajouter.

Alluvions anciennes.

Entre Le Vigan et Ganges, la ligne est établie le plus souvent à flanc de coteau, à environ 20 mètres au-dessus du fond des vallées, et les déblais ont mis à nu, sur divers points, des alluvions anciennes, formées de galets et de sables schisteux et granitiques, provenant de la partie supérieure du bassin de l'Hérault. Le volume des blocs est médiocre et ne dépasse pas celui des galets actuellement charriés par les cours d'eau.

Le niveau supérieur de ces alluvions atteint à peine une trentaine de mètres au-dessus du thalweg ; mais, comme elles sont plaquées sur des pentes assez abruptes, le ravinement en a certainement réduit de beaucoup l'importance. Ainsi, à Ganges, où les alluvions anciennes du Rieutord ont pu s'étaler sur des surfaces moins déclives, elles s'élèvent, près de la gare, jusqu'à la cote 200, c'est-à-dire jusqu'à 55 mètres au-dessus du lit actuel du Rieutord. Leur puissance en ce point est de 27 mètres.

Après la période des crues encombrantes et le dépôt des alluvions anciennes, les rivières ont recommencé à creuser leurs lits, d'abord dans leurs propres alluvions, puis dans la roche sous-jacente. C'est ce qu'on voit très-bien en sortant de Ganges pour monter à la gare. Les alluvions précitées reposent sur un plateau formé par les marnes néocomiennes et nivelé à la cote 173, tandis que la rivière coule actuellement à 145 mètres, au pied d'une falaise creusée dans ces marnes.

Le long du Vidourle, les alluvions coupées par la ligne sont bien moins importantes, et les plus anciennes ne s'élèvent pas à plus de 10 à 12 mètres au-dessus du lit actuel de la rivière, en exceptant toutefois le Diluvium de la Crau, qui a recouvert la partie basse de ce bassin et que la ligne coupe à son origine.

Ces chiffres sont bien faibles si on les compare aux altitudes atteintes par le Diluvium de la vallée du Rhône, même dans la partie basse de son

cours (164m00 sur la rive droite, en face le confluent de la Durance); mais ils nous semblent en rapport avec l'importance médiocre des bassins, l'altitude peu élevée de leurs points culminants (1567 mètres pour l'Hérault, 975 pour le Vidourle) et le peu de développement qu'y ont pris les anciens glaciers, dont la fusion paraît avoir été la cause principale des crues encombrantes.

Tout indique en effet que ce développement a été très-faible. Sauf les dépôts qui viennent d'être cités, on ne rencontre sur les pentes que parcourt la ligne, ou sur les plateaux qui les dominent, aucune trace de dépôts d'alluvion. Les roches cristallines ou sédimentaires qui les forment sont à nu ou recouvertes d'une faible couche de terre végétale ou d'éboulis. Les anfractuosités et les cavernes des roches jurassiques situées au-dessus de la zone des alluvions anciennes sont, il est vrai, plus ou moins remplies d'une terre rougeâtre qu'on a considérée quelquefois comme un dépôt diluvien ; mais la présence de ce limon nous paraît s'expliquer suffisamment par les causes atmosphériques locales, sans qu'il soit nécessaire de lui chercher une autre origine.

Dans tous les cas, on ne remarque ni blocs ni dépôts qu'on puisse assimiler à des moraines, et les roches ne portent nulle trace d'action mécanique d'anciens glaciers. Pour trouver des dépôts de cet ordre, il faut s'élever jusqu'aux plateaux de l'Espérou et de l'Aigoual, à 1200 mètres environ au-dessus du niveau de la mer; encore leur importance y est-elle très-faible et démontre-t-elle le peu d'intensité de la cause qui les a produits.

Il nous semble certain, en particulier, que les glaciers quaternaires ne sont jamais descendus, dans le Gard, sur les plateaux jurassiques désignés sous le nom local de *Causses*, car ils auraient certainement laissé des traces de leur passage sur ces plateaux, dont les surfaces sont irrégulières et parsemées de dépressions complétement soustraites au ravinement des eaux. Ainsi le causse de Montdardier (altitude 800 à 900m), qui n'est distant que de dix kilomètres des crêtes de l'Espérou et du Lengas (altitude 1450m), devrait, dans ce cas, être couvert de blocs granitiques, tandis que ceux-ci font entièrement défaut.

Nous terminerons ici ces notes bien incomplètes eu égard à l'étendue du sujet. Les études géologiques que nous poursuivons en ce moment dans l'Ardèche nous donneront sans doute occasion de revenir sur quelques-uns des points que nous avons essayé d'aborder.

Note sur un **dépôt** *de* **débris organiques** *et d'*objets **de fabrication humaine** *aux environs de* **Jarnac** *(Charente),*

par M. Louis **Boutillier.**

Lors de mon récent passage par Jarnac, un de mes amis, M. Decloux, observateur des plus distingués, m'engagea vivement à visiter des carrières pleines d'énigmes pour lui, situées dans l'un des faubourgs de cette ville, dans ce village des Grands'Maisons où l'on rencontre des vestiges d'habitations gallo-romaines et où l'on a découvert, en 1864, une superbe table de dolmen mesurant 5 mètres de longueur sur 2 mètres 75 de largeur.

Ces carrières, ouvertes sur plusieurs points, montrent partout, à une profondeur variable mais qui ne dépasse pas 80 centimètres, un lit continu, parfaitement horizontal, une sorte de cordon, d'une épaisseur d'environ 25 centimètres, composé de coquilles presque exclusivement marines (principalement d'Huîtres), d'ossements brisés d'animaux, d'échantillons d'une industrie humaine déjà avancée, de graviers, de sable, d'argile et de moellons grossièrement taillés.

En certains endroits se voient deux et même trois lits semblables et parallèles ; parfois ce sont de simples masses isolées qui alternent avec des couches formées tantôt de terre végétale, tantôt de gravier, mais généralement d'un mélange de terre végétale et de gravier. Tous ces lits présentent la même réunion de débris organiques et de fragments d'objets fabriqués, singulièrement enchevêtrés les uns dans les autres.

Dans l'une des principales tranchées, à un mètre de profondeur et sous la bande coquillière, est un four à ouverture découverte, dont la construction remonte incontestablement à l'époque gallo-romaine. Non loin de là, près du chemin, dans une autre tranchée en grande partie remblayée, l'on retrouverait facilement, et dans des conditions analogues, un foyer à plat qui a été de la part de M. Decloux l'objet d'un examen approfondi.

Partout les lits coquilliers, quel que soit leur nombre, se montrent sous la terre végétale superficielle ou sur un dépôt épais et très-régulier de gravier meuble appartenant à la période quaternaire ; ils se prolongent dans tous les sens et toujours avec une égale épaisseur.

Les coquilles marines appartiennent à des espèces actuellement vivantes sur les bancs sous-marins de l'Océan atlantique, où elles sont très-communes. J'y ai recueilli : *Ostrea edulis, Mitylus barbatus, Venus florida, Nassa reticulata, Buccinum undatum.*

Les Huîtres présentent cette curieuse particularité d'avoir conservé,

pour la plupart, leurs deux valves en place. Elles sont disposées pêle-mêle, dans toutes les situations, avec les autres coquilles, ordinairement moins bien conservées, les ossements d'animaux et les produits de fabrication humaine. Ces derniers consistent en débris de poteries à pâte noire, rouge ou jaune, et en clous de fer. Dans l'une des couches intermédiaires de terre végétale, M. Decloux a eu la bonne fortune de trouver un creuset de réduction et un silex éclaté ayant la forme bien accentuée d'une pointe de flèche. Je signalerai aussi, parmi les coquilles, celles d'un mollusque terrestre, l'*Helix nemoralis*, en variétés distinctement reconnaissables.

Comment et dans quelles circonstances ces dépôts coquilliers, dont la remarquable homogénéité de composition atteste une commune origine, se sont-ils constitués dans une localité située à cent kilomètres de la mer et à une altitude de 40 mètres au-dessus du niveau actuel d'habitation des mollusques d'espèces identiques? Là me paraît devoir se renfermer la question purement géologique.

Je ferai remarquer, tout d'abord, que par leur situation, aussi bien que par la nature, la diversité et la distribution des éléments qui les composent, ces assemblages confus ne sauraient être assimilés aux amas formés avec les rebuts des repas de l'homme et désignés sous le nom danois de *Kjokkenmœdings;* ils sont bien certainement le résultat de l'action des eaux.

Cependant tout proteste dans les dépôts dont il s'agit contre leur origine sous-marine; rien n'y annonce le fond d'une ancienne plage. Il n'y a, non plus, dans le pays, aucune trace du séjour prolongé des mers actuelles, ni de leur retrait graduel. D'un autre côté, la parfaite horizontalité des lits coquilliers, en montrant qu'ils n'ont souffert aucun dérangement depuis leur formation, défend de recourir à l'hypothèse d'un soulèvement brusque du sol. L'idée d'un exhaussement lent doit être pareillement écartée; car une inspection attentive de la région affermit bientôt la certitude qu'elle avait acquis sa configuration présente lors de l'accomplissement de ce phénomène étrange.

Et pourtant ces dépôts si nettement stratifiés, malgré l'extrême confusion de leurs éléments multiples, sont évidemment l'œuvre superficielle des flots.

Forts de cette conviction, M. Decloux et moi, après avoir agité et discuté les points délicats de la question, nous nous sommes arrêtés à cette pensée qu'un formidable courant marin, résultant d'une oscillation fortuite et momentanée du sol, a dû se répandre passagèrement sur toute la contrée, entraînant avec lui les coquilles arrachées au lit de la mer et les étalant sur tout son parcours parmi les matières qui se trouvaient sur son passage.

A ce moment de dévastation fugitive, la circonscription locale où se sont plus particulièrement concentrées nos observations, aura été entièrement recouverte par les flots, à l'exception des hauteurs de Jarnac et de Chassors, qui ont dû former deux îlots entre lesquels ont été éparpillés les débris coquilliers que l'on y voit sur une étendue d'environ deux kilomètres.

Notre opinion ne repose pas sur de simples inductions, sur des présomptions hasardées. En dehors des faits manifestes et faciles à constater qui nous l'ont suggérée, elle est étayée des traditions conservées dans ces contrées et d'après lesquelles, du sixième au septième siècle de notre ère, le territoire alors occupé par les *Pictones* et les *Santones* aurait été entièrement ravagé par une submersion subite et générale.

L'interprétation que nous émettons avec une foi profonde, conduit en même temps à l'explication rationnelle d'un problème dont les solutions proposées jusqu'à ce jour présentent de très-sérieuses difficultés. J'entends parler des fameuses buttes de Saint-Michel-en-l'Herm et des dépôts analogues, plus ou moins importants, dont divers lambeaux ont été signalés dans toute la région, et qui se relient avec continuité à celui que je viens de décrire et sur lequel j'appelle l'attention de mes collègues en géologie. Dans cet ordre d'idées, l'amoncellement beaucoup plus considérable des matériaux qui constituent les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm, serait dû uniquement aux effets répétés du ressac dans les convulsions dernières du cataclysme océanique.

Sur les **gîtes métallifères** *de* **la Corse,**
par M. D. **Hollande.**

Il existe en Corse un grand nombre de gîtes métallifères, et cependant ce département fournit peu de métaux au commerce. Cela tient sans doute au manque de routes et à l'absence d'indications scientifiques sérieuses. Cette courte notice a pour but d'essayer de combler cette dernière lacune.

La plupart des amas métallifères se trouvent dans les terrains sédimentaires, surtout dans les terrains primaires. Leur apparition semble coïncider avec celle de deux roches éruptives : la serpentine et l'euphotide. Toutefois un assez grand nombre est dû à des sources thermales.

Les couches sédimentaires soulevées par la serpentine et l'euphotide sont généralement imprégnées de sulfures en cristaux ; mais ces cristaux, ces druses, sont loin de toujours indiquer le voisinage d'un

filon. Ainsi, au-dessus d'Orezza, on voit des mamelons composés en entier d'un calcaire serpentinifère tout pétri de cristaux de pyrite de fer (de la variété dite martiale), et cela sans qu'on aperçoive aucune trace de filon. Il en est de même au Cap Corse, à l'est de Pino et de Centuri.

1° *Sulfure d'antimoine du Cap Corse.*

Au Cap Corse, l'antimoine se rencontre principalement à Luri, Meria et Ersa. On le trouve dans la serpentine, dans un calcaire serpentinifère et dans les schistes luisants, quelquefois aussi dans l'euphotide, et même dans la pegmatite. L'apparition de ces roches éruptives a, sans nul doute, contribué pour beaucoup au soulèvement des assises sédimentaires du Cap ; les fissures produites par ce soulèvement ont été remplies, sous l'action de sources thermales, par du sulfure d'antimoine et aussi par du sulfure de mercure.

Le cinabre se présente accolé à la stibine ; il la contourne et forme des croûtes de 1 à 3 centimètres d'épaisseur. La teneur du minerai en mercure est très-grande; quelques échantillons m'ont donné 80%; la moyenne est de 50.

La stibine est le plus souvent à l'état cristallin ou grenu. A Meria elle se présente sous la forme de petites aiguilles prismatiques à quatre pans. Elle n'a généralement pas de gangue; celle-ci, quand elle existe, est le plus souvent quartzeuse.

Au toit et au mur du filon on trouve quelquefois de la pyrite de fer, un peu de blende et du soufre. Je n'ai que rarement constaté la présence de l'arsenic, ce fidèle compagnon de l'antimoine.

Le rendement du minerai est considérable (des analyses faites par voie sèche m'ont donné 50%), et l'exploitation en est facile.

2° *Sulfure de cuivre et sulfure de plomb de l'Argentella.*

L'Argentella est un petit bassin de terrains primaires entourés par les granites et les porphyres. C'est dans les granites que se présentent des filets et parfois des poches de philippsite et de galène. Un peu au-dessus de l'usine de l'Argentella, on avait trouvé une poche de philippsite fort riche, adossée à la serpentine; cette poche est maintenant épuisée.

La galène, cristallisée en grandes lamelles, est pauvre en argent.

La philippsite est très-pure ; dans les échantillons que j'ai analysés, je n'ai rencontré ni plomb, ni arsenic, ni aucun autre métal pouvant souiller le cuivre.

Une usine vient d'être établie à l'Argentella par M. Collas.

Sur un grand nombre de points de ce bassin, entre la marine de Crovani et le golfe de Porto, on trouve aussi des roches tout imprégnées de pyrite de fer.

3° *Minerais de cuivre de Castifao, Moltifao, etc.*

La Serra-di-Pigno se coude vers Oletta pour se diriger au sud-ouest et gagner Vallecalle, Rapale et Pietralba, nœud de plusieurs petites chaînes de montagnes les plus riches de l'île en minerais. C'est là surtout qu'il faut chercher la philippsite. Des travaux assez importants ont déjà été entrepris dans le bas de Castifao et à l'est du Champ de la Bataille, sur les bords de la Tartagine.

Le minerai de cuivre se présente en poches ou en blocs énormes, très-purs, avec peu de gangue, au milieu des schistes luisants serpentinifères.

La philippsite se rencontre encore à Vallica, à Moltifao à l'est de la Tartagine; vers Ponte-alla-Leccia, à Canavaggia, à Lento, etc.

On peut dire, en thèse générale, que dans tout ce périmètre le minerai de cuivre est au milieu des schistes adossés à la serpentine, et quelquefois dans cette dernière roche.

4° *Cuivre natif de Linguizetta.*

Une des plus riches mines de cuivre de la Corse est, sans contredit, celle de Linguizetta. Le cuivre se présente là le plus souvent à l'état natif ou à l'état d'oxyde ; le sulfure est rare, mais on y trouve du carbonate (malachite).

Le cuivre est en filets dans la serpentine et le calcaire serpentinifère. La roche encaissante est assez dure, et le cuivre faisant corps avec elle, il est assez difficile de l'en extraire; mais l'exploitation peut se faire à ciel ouvert.

5° *Galène de l'Ile-Rousse, Calenzana, etc.*

La Corse renferme aussi de la galène argentifère. Au-dessus de Zilia, vers l'Ile-Rousse, aux environs de Calenzana, au sud de Belgodere, dans le bas du Monte-Asinao, la galène se présente en filons dans le granite.

On la trouve en filons dans les schistes luisants serpentinifères au sud du col de Teghime, sur le sentier de Barbaggio à Poggio-d'Oletta, aux environs de Pietralba et à Paterno près Bastia. Malheureusement, dans tous ces gisements, la galène est généralement fort peu riche en argent.

Nous pouvons aussi mentionner de nombreuses traces de galène et de cuivre panaché dans tout le Niolo. Il y a là, sans doute, des gisements très-riches, mais qui sont encore inconnus.

6° *Minerais de fer.*

Le fer se présente en Corse à l'état d'oxydes et de sulfures.

Le fer oligiste se montre en amas fort riches au milieu du granite, à Otta, à Vero, à Urtacca dans la chaîne du Tenda; il constitue des filons moins riches, au milieu des calcaires serpentinifères et des schistes luisants, à Farinole, Brando, Olmetta-du-Cap, vers la crête de la Serra-di-Pigno, etc. La richesse de ces minerais varie de 35 à 50 %.

On rencontre encore du fer oligiste au pont du Fium' Orbo, à Bisinchi, au Monte-Ladrocello, etc.

A l'état de sulfures le fer est très-commun en Corse. Ainsi, dans le Nebbio, on le trouve en très-grande quantité à la surface du sol, mêlé le plus souvent à du sulfure de cuivre.

Aux portes mêmes de Bastia, à Cardo, on voit un amas de sulfures de fer de toute beauté; le minerai, généralement à l'état de pyrite grenue, forme des assises régulières entre les bancs des calcaires et des schistes serpentinifères; il contient un peu de cuivre, d'arsenic, de zinc, etc. Différentes analyses m'ont indiqué un fait curieux : c'est que la richesse en cuivre va en croissant de l'est à l'ouest.

Le sulfure de fer se montre encore au Lancone dans la fente du Bevinco, et à Bisinchi où il sert à préparer des bains sulfureux. Il est connu dans le pays sous le nom de *pierre de volcan.*

7° *Minerais de manganèse.*

Le manganèse n'est pas rare en Corse; son principal gisement me paraît être dans la chaîne du Tenda. Son origine doit être attribuée à l'action des sources thermales; aujourd'hui celles-ci n'en fournissent plus que très-peu, mais leur action est restée sensible jusqu'à l'époque actuelle; la découverte d'un Lézard vert au milieu du minerai en est une preuve.

La principale masse de manganèse du Tenda est à quelques kilomètres d'Ostriconi, au milieu des terrains primaires, dans un endroit facilement abordable. Une autre masse se montre au-dessus de Pietralba, dans la protogine.

Le manganèse se rencontre encore dans le ravin de Furiani près de Bastia, vers Murato, aux environs de Valle d'Alezani, etc.

8° *Gisements divers.*

Il existe des indices de gisements métallifères sur beaucoup d'autres points de la Corse; par exemple, dans le Nebbio, vers Santo-Pietro, depuis l'Aliso jusqu'à Casta, de Pietralba à Canavaggia et Lento.

A l'ouest de Belgodere, on voit l'extrémité d'un filon de sulfure de cuivre et de malachite, avec gangue quartzeuse. Les sulfure et oxyde d'antimoine se montrent à Valle-d'Alezani et à Vico; le sulfure d'arsenic à Vico; l'oxyde de manganèse à Valle-d'Alezani et à Tallone; la galène à Corseia, Calacuccia, Casamaccioli et Albertaccie; le fer oligiste à Venzolasca, Chiatra, Corte, etc.

La plupart des amas métallifères que je viens de mentionner sont dans les terrains primaires et les granites; aucun n'a été signalé jusqu'ici dans les terrains tertiaires et infraliasiques. La galène et le fer oligiste se rencontrent généralement dans le granite, tandis que le cuivre y est rare et abonde, au contraire, dans les terrains primaires; ceux-ci fournissent aussi du fer, du manganèse, de l'antimoine, du mercure, du plomb, etc.

D'une manière générale, on peut dire que le cuivre forme une bande qui s'étend du sud-est au nord-ouest, entre le Tavignano et le Bevinco, depuis le golfe de Saint-Florent jusqu'au Losari. Le fer, mêlé d'abord d'un peu de cuivre, constitue une zone dirigée S. E. - N. O., de Bevinco et de Brando au golfe de Saint-Florent et à Nonza. De ce dernier point à l'extrémité du Cap, on trouve l'antimoine. La galène semble cantonnée dans le Niolo, aux abords de la crête de la chaîne principale, et vers Barbaggio et Pietralba.

Note sur les terrains **tertiaires** *de la* **Corse,**
par M. D. **Hollande.**

1° NUMMULITIQUE.

J'ai démontré, dans une précédente note (1), que les assises rapportées jusqu'alors, en Corse, au Crétacé supérieur et au Nummulitique, appartiennent, au contraire, à l'Infrà-lias, au Trias et aux terrains primaires. Le Nummulitique existe toutefois en Corse.

On trouve en effet, entre le Losari et l'Ostriconi, de puissants dépôts d'un calcaire schisteux, gris-cendré, accompagné de macigno et de

(1) *Comptes-rend. Ac. Sciences*, t. LXXXI, p. 506; 20 sept. 1875.

poudingues, dans lequel M. Ed. Collomb (1) a recueilli, en 1853, près de Belgodere, quelques fossiles qui ont été déterminés par d'Archiac comme : *Nummulites Ramondi*, Defr., *Orbitolites Fortisi ?*, d'Arch., et *O. submedia ?*, d'Arch.

Sur la route nationale, au-dessus de Palasca, on peut relever la coupe suivante :

Gneiss, micaschistes et roches granitiques ;
Calcaire gris-cendré, en gros bancs, rempli de Nummulites ;
Calcaire noir, schisteux, à veines blanches de carbonate de chaux ;
Calcaire et grès macigno ;
Macigno ;
Poudingue.

Ces couches sont plissées et parfois complétement renversées.

Au nord de Palasca, à l'embouchure du Losari, le calcaire gris-cendré, avec nombreuses Nummulites, est recouvert par des bancs très-bouleversés d'un calcaire noir, rempli d'empreintes d'Algues (*Sphærococcites ?*). Ces dépôts se retrouvent vers l'Ostriconi, à Novella, à l'ouest de Pietralba et au Champ de la Bataille. Le Nummulitique dessine dans cette région un vaste golfe.

Il se montre aussi très-développé dans le bassin du Nebbio, qui est séparé de celui de l'Ostriconi par la chaîne du Tenda, notamment entre Oletta et Santo-Pietro. Là, immédiatement au-dessus de l'Infrà-lias, on trouve successivement un calcaire bleuâtre, rempli de fragments de coquilles, surtout de Gastéropodes et de Crinoïdes ; un calcaire gris, avec nombreuses Nummulites et Orbitolites ; un calcaire noir, schisteux, veiné de carbonate de chaux ; du grès macigno avec Nummulites ; et enfin, vers l'Aliso, des couches de poudingue

A quinze ou seize kilomètres au sud du Champ de la Bataille, près du pont de Francardo et de l'ancienne Tour génoise, on trouve de puissantes couches d'un calcaire bleuâtre, pétri de fossiles mal conservés, notamment de Gastéropodes et de Nummulites ; le gisement le plus fossilifère est dans le torrent de la Sommana, vers le kilomètre 95 de la route nationale. Ce même calcaire bleuâtre constitue les montagnes qui dominent Caporalino au nord ; il s'avance jusqu'à Castirla d'une part et Saint-Laurent de l'autre, et est encore très-bien représenté au Monte-San-Angelo, le point culminant de la contrée. A la Tour génoise il repose sur la pegmatite ; dans le ravin de la Sommana et au col de San-Quilico, sur l'Infrà-lias.

Vers le Tavignano, le calcaire bleuâtre à Nummulites disparaît ; on ne voit plus que le calcaire noir, schisteux, à veines blanches de car-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XI, p. 67.

bonate de chaux. Ce calcaire se continue jusqu'au Vecchio. Le macigno et les poudingues se montrent très-développés vers le Razzo-Bianco et Serragio.

Jusqu'ici je n'ai point reconnu le Nummulitique à l'est d'une ligne tirée d'Aïti au pont d'Altiani sur le Tavignano.

Au sud, on le retrouve vers Ventiseri et le Monte-Asinao (altitude, 1823m). Là se montrent des bancs puissants d'un calcaire bleuâtre, renfermant de nombreux fossiles, notamment :

Nummulites Ramondi, Defr.,
Orbitolites Fortisi, d'Arch.,
— *submedia*. d'Arch.,
Liotia (Delphinula) Gervillei, Defr.,
Cyclolites Vicaryi, J. Haime,
Pecten Favrei?, d'Arch.,
Cypræa Granti?, d'Arch.,
etc.

Ces bancs, redressés verticalement, sont en contact avec la pegmatite à l'est, au sud et à l'ouest; au nord, ils sont recouverts par des couches d'un calcaire noir, schisteux, qui alternent, à leur partie supérieure, avec des bancs de macigno; ceux-ci finissent par prévaloir, et sont, à leur tour, surmontés par des poudingues. La coupe du Monte-Asinao reproduit donc celles de Palasca et de Caporalino.

Les dépôts nummulitiques se retrouvent encore à Favone, à Conca et à Macinaggio ; en ce dernier endroit ils sont constitués par des grès et par un calcaire noir, à empreintes d'Algues, semblable à celui que l'on voit près de l'embouchure du Losari.

De l'allure des couches nummulitiques de la Corse, nous croyons pouvoir déduire les deux conclusions suivantes :

1° Aucun dépôt sédimentaire ne s'est fait en Corse entre l'Infrà-lias et le Nummulitique;

2° Après le dépôt du Nummulitique, la Corse a été soumise à une vaste dénudation.

2° MIOCÈNE.

Le Miocène supérieur est représenté en Corse par trois lambeaux complétement isolés. Le premier de ces lambeaux est situé sur le bord oriental du golfe de Saint-Florent; le second constitue la plaine d'Aleria; le troisième forme, à l'extrémité méridionale de l'île, une large bande au-dessus des terrains granitiques, depuis le golfe de Santa-Manza jusqu'à la Cala de Paragnano, au-delà de Bonifacio.

Ces trois lambeaux ont sensiblement la même composition pétrologique; des sables, un calcaire sableux, un calcaire très-dur et caverneux, des poudingues : tels en sont les principaux éléments. Ils contiennent aussi un grand nombre de fossiles identiques.

Miocène du golfe de Saint-Florent.

Le golfe de Saint-Florent est situé sur la côte nord-ouest de l'île, à l'origine de la presqu'île du Cap Corse, entre les terrains tertiaires à l'est, les schistes et les calcaires primaires, surmontés par les calcaires infraliasiques, à l'ouest. Au fond du golfe se jette l'Aliso.

Le lambeau miocène de Saint-Florent s'étend le long du golfe, depuis l'Aliso jusqu'à la tour de Farinole, près de laquelle il plonge sous la mer. J. Reynaud (1) a déjà décrit ce bassin; mais il y fait rentrer à tort les monts Alla-Mazolla, qui sont nummulitiques, et les collines situées à l'ouest du golfe, entre l'Aliso et la Tour de Fornali, qui sont constituées par la protogine feuilletée.

Le Miocène commence par un calcaire jaunâtre, renfermant de nombreux fossiles, notamment de grandes Cyprines et

Clypeaster scutellatus, M. de Serres,
— *crassicostatus*, Ag.,
— *altus*, Lam.,
Clypeaster gibbosus, M. de Serres,
— *intermedius*, Des Moul.,
Scutella subrotunda, Lam.

Sur cette assise vient un calcaire rougeâtre, riche en Clypéastres et en *Balanus crassus* ; puis un calcaire blanc, très-dur, empâtant des cailloux de roches primaires et de nombreux fragments de coquilles. Cette dernière assise s'étend à l'ouest jusqu'au bord de la mer; au nord elle est recouverte par une couche de poudingue, d'un mètre et demi environ d'épaisseur, constituée par des cailloux arrondis de granite, de porphyre rose et quelquefois de roches primaires. Les fossiles qu'on trouve dans ce poudingue ont, eux aussi, été remaniés. Par-dessus viennent des couches d'un calcaire blanc, très-dur, très-fossilifère.

Près du Ficajolo, les assises miocènes, qui plongent vers l'ouest, disparaissent sous les alluvions, pour reparaître vers le fort, avec une inclinaison à l'est. A quelques mètres de la côte, on voit affleurer dans la mer un rocher de protogine.

Outre les fossiles cités plus haut, j'ai recueilli dans le Miocène de Saint-Florent :

Schizaster Parkinsoni, Lam.,
— *eurynotus*, Ag.,
— *Bellardii*, Ag.,
Balanus crassus, Lam.,
Pecten Burdigalensis, Lam.,
etc. (2).

(1) *Mém. sur la constitution géol. de la Corse* (*Mém. Soc. géol. Fr.*, 1re sér., t. I), p. 9; 1833.

(2) M. Locard a donné une liste des fossiles de Saint-Florent, *Bull.*, 3e sér., t. I, p. 237.

Miocène de Bonifacio et du golfe de Santa-Manza.

Le Miocène forme à Bonifacio un plateau de neuf kilomètres environ de longueur sur six dans sa plus grande largeur, et découpé par des fentes en un grand nombre de mamelons. L'altitude de ces mamelons est de 40 à 50 mètres, et les couches de calcaire et de sable qui les composent sont presque horizontales.

C'est sur les bords du golfe de Santa-Manza ou à *Il Sprono* que l'on peut observer la coupe complète des assises du Miocène de Bonifacio.

L'étage commence par des alternances de bancs de petits galets de granite ou de porphyre cimentés par du calcaire, et de lits de sable ou de calcaire sableux. Bientôt ces derniers dominent et constituent une masse de 5 à 6 mètres de puissance, fort riche en fossiles, notamment en :

Clypeaster crustulum, Mich.,
— *laganoïdes*, Ag.,
— *latirostris*, Ag.,
Clypeaster tauricus, Desor,
— *umbrella*, Lam.,
etc.

Par-dessus vient une série de petites couches d'un calcaire blanc, dur, contenant de nombreux fragments peu déterminables de coquilles; enfin, à la partie supérieure on trouve une couche de calcaire pétri de Foraminifères.

Au nord, le Miocène repose sur le granite rose, par l'intermédiaire d'une mince couche d'un conglomérat ponceux signalé par J. Reynaud (1) à la pointe de Balistro.

Au sud de la Canetta, on voit un rocher de granite, haut de 50 mètres environ, que les dernières couches du Miocène entourent du côté nord. Plus au nord-ouest, un second rocher de granite se montre complétement enveloppé par les assises horizontales du Miocène. Ces deux masses granitiques formaient donc deux îlots dans la mer miocène.

Sur la plage du golfe de Santa-Manza, une bande de dépôts quaternaires repose sur le granite, le long des couches miocènes.

Au sud du golfe, le granite constitue la presqu'île de Capicciolo.

A Il Sprono, en face des îles Lavezzi, les couches inférieures à galets granitiques sont assez développées et très-fossilifères. On y trouve, outre les Clypéastres cités plus haut :

Conoclypeus plagiosomus, Ag.,
Echinolampas hemisphæricus, Ag.,
Schizaster Parkinsoni, Lam.,
— *eurynotus*, Ag.,
Schizaster Bellardii, Ag.,
Scutella subrotunda, Lam.,
Pecten Karalitanus, de la Marmora,
— *Burdigalensis*, Lam.

(1) *Op. cit.*, p. 17.

A l'ouest, sur la côte de Bonifacio (1), les couches supérieures du Miocène prennent un grand développement et sont presque seules visibles. Elles s'arrêtent à la Cala de Paragnano. Au nord d'une ligne tirée de cette Cala à celle de Canetta, on ne trouve plus que le granite, qui constitue les monts della Trinita.

Miocène d'Aleria.

Le golfe dans lequel se sont déposées les couches miocènes d'Aleria était assez étendu. La côte, partant de la marine de Solenzara, longeait les collines qui supportent Ventiseri et Prunelli, passait à Fiorello, à Antisanti, près du pont de Bravone, à cinq cents mètres de la mine de cuivre natif de Linguizetta, à Canale, à Chiatra, à Cervione, et revenait joindre la côte actuelle au pied de la petite chaîne qui porte Poggio-di-Moriani. Plusieurs cours d'eau importants se jetaient dans ce golfe : le Bravone, le Tavignano, le Fium'Orbo.

De nombreux étangs couvrent les rivages, entre autres ceux d'Urbino et de Diane.

C'est à l'ouest de ce dernier que se montre la couche de calcaire depuis longtemps célèbre par les Clypéastres qu'elle contient :

Clypeaster marginatus, Lam..
— *placenta*, Mich[t]..,
— *gibbosus*, M. de Serres,
Clypeaster Ægyptiacus, Wright,
— *altus*, Lam.,
etc.

En ce point, le calcaire ne s'élève que de quelques mètres au-dessus du niveau de la mer, et sa surface irrégulière paraît avoir été longtemps battue par la vague.

Au nord de l'étang de Diane, l'assise calcaire à Clypéastres disparaît sous un sable marneux, vert, pour ne reparaître que sur quelques points : au kil. 65 sur la route de Bastia à Aleria, où elle contient de nombreux petits cailloux des terrains anciens et d'abondants débris de fossiles (les Échinodermes sont généralement bien conservés); à la carrière de Bravone, où elle est moins caillouteuse et renferme des fragments de Polypiers et des moules très-mal conservés de coquilles; enfin à Casa-Vestignana.

A la carrière de Bravone, le calcaire à Clypéastres supporte un sable jaune, sans fossiles. Cinq cents mètres plus loin, on voit apparaître entre ces deux assises une couche de poudingue à cailloux des terrains anciens, peu fossilifère, qui prend bientôt un grand développement et peut très-bien s'étudier sur le bord de la mer. Près de la tour de Bravone, cette couche est recouverte par une mince assise d'un calcaire gris,

(1) La liste des fossiles de Bonifacio a été donnée par M. Locard, *loc. cit.*, p. 237.

assez tendre, contenant de rares empreintes de Plantes, des Tarets et des Échinodermes, qui, à son tour, augmente de puissance vers l'étang de Terenzana. Cette couche de calcaire gris et la couche de poudingue plongent sous l'étang de Diane, pour se remontrer à la Tour de Diane et disparaître complétement vers l'embouchure du Tavignano.

Sur la route nationale, entre l'Alistro et le Bravone, on voit de nombreux mamelons, composés, en grande partie, par un sable marneux vert et par un sable jaune coupé par de nombreux lits de cailloux granitiques. Sur certains points on trouve au milieu des sables de petits lits plus terreux et riches en Cérithes et en empreintes de Plantes.

Sur la rive gauche du Bravone, les sables vert et jaune sont fort développés. A leur partie supérieure ils alternent avec des lits caillouteux, qui renferment parfois des Huîtres de très-grande taille (*O. Boblayei*, Desh., *O. lamellosa*, Lam.).

Dans le torrent de Linguizetta, à deux kilomètres environ de ce village, on trouve, reposant sur les sables, un poudingue à gros éléments, accompagné d'un grès gris, très-dur, avec nombreux fragments de coquilles et un banc d'Huîtres très-puissant. Vers Linguizetta et Canale, le poudingue est recouvert par les alluvions.

En remontant la Corsigliese à partir du pont de la route forestière, on traverse, sur un parcours de plusieurs kilomètres, des masses énormes de sables. A la base se montre un sable vert, avec rognons de grès et nombreux fossiles (*Helix, Buccinum, Spirulirostra Bellardii*, d'Orb.), recouvert par une grande épaisseur de sables jaunes, sans fossiles, avec lits de petits cailloux granitiques.

Si l'on descend, au contraire, la vallée de la Corsigliese, on trouve, immédiatement après le pont, le sable vert avec nombreux fossiles spathisés, supportant une assise caillouteuse qui se relie au Diluvium que l'on voit sur la rive gauche du Tavignano, vers Precoglio-di-Botani.

Entre les bornes 37 et 38 de la route forestière, le sable vert alterne avec des lits de cailloux rappelant le poudingue que nous avons signalé sur le littoral entre le Bravone et la tour de Diane. Bientôt le sable devient plus terreux, et les rognons qu'il renferme alors contiennent en leur centre des morceaux de bois (kil. 39-44), avec des Tarets ou d'autres coquilles fossiles. Par-dessus viennent des rochers formés d'un grès gris, très-dur et très-fossilifère, accompagné d'un poudingue à gros éléments semblable au poudingue avec Huîtres signalé plus haut dans le torrent de Linguizetta.

Au-delà de Precoglio-di-Botani, le sommet des mamelons est constitué par un puissant dépôt diluvien, reposant tantôt sur les sables ou sur le grès, tantôt sur le poudingue.

Entre les bornes 45 et 46, les sables supportent un banc de calcaire, de 1 à 2 mètres d'épaisseur, plein de fragments de grandes Huîtres (les mêmes que celles du torrent de Linguizetta) et de débris d'Échinodermes (entre autres, de *Scutella subrotunda*).

Dans l'étang de Diane il existe un îlot formé en partie par le banc à grandes Huîtres.

Sous l'auberge Sacripanti, à Aleria, on retrouve les sables verts; ils alternent ici avec un poudingue puissant, à gros éléments. Au sud, à 100 mètres environ de la borne 71 de la route nationale, ils sont traversés par un petit banc plus terreux et fort riche en fossiles très-bien conservés, dont beaucoup sont d'espèces nouvelles.

Les sables verts se montrent au sud-est du mamelon sur lequel est construit le pénitencier de Casabianda. Dans la carrière qui est à un kilomètre à l'ouest du pénitencier, ils alternent avec des bancs d'un grès très-fossilifère (1).

La plaine du Taglione est fort unie et caillouteuse. Vers Vadina, on retrouve quelques mamelons sableux.

Le Diluvium forme la plaine qui s'étend jusqu'au Fium'Orbo et au Migliacciaro. Vers Pallazo-di-Cousina, le Tertiaire affleure sous le Diluvium.

En résumé les dépôts tertiaires du bassin d'Aleria peuvent être classés comme suit :

1° Calcaire dur, visible seulement sur quelques points, très-fossilifère, à surface évidemment corrodée par l'eau; c'est la couche à Clypéastres;

2° Poudingue à cailloux primaires, peu fossilifère;

3° Sable marneux vert, alternant avec des bancs calcaires et marneux et avec de petits lits de cailloux; c'est la couche à *Helix*, *Buccinum* et *Spirulirostra Bellardii*;

4° Sable jaune, pauvre en fossiles, avec nombreux lits de petits cailloux granitiques;

5° Grès gris, très-dur, accompagné d'un poudingue à gros éléments; c'est la couche à *Ostrea lamellosa* et *O. Boblayei*.

A Saint-Florent et à Bonifacio on ne trouve pas les sables verts, ni les sables jaunes, ni les grès, ni le poudingue à grandes Huîtres. La couche à Clypéastres est la seule qui soit commune aux trois bassins. A Bonifacio et à Saint-Florent elle supporte une série de couches peu épaisses d'un calcaire très-dur, rempli de débris de fossiles. Mais, tan-

(1) Une liste des fossiles de Casabianda a été donnée par M. Locard, *loc. cit.*, p. 240.

dis que ce calcaire termine le Miocène dans le bassin de Bonifacio, dans celui de Saint-Florent il est recouvert par une couche d'un poudingue à cailloux porphyriques, qui supporte, à son tour, d'autres bancs calcaires, très-fossilifères. A partir des dépôts à Clypéastres la nature des sédiments change donc; mais les fossiles prouvent que l'on a toujours affaire au Miocène.

Ce n'est que vers les étangs del Sale et del Siglione que l'on trouve une faible bande de sable jaune, terreux, avec fossiles pliocènes.

Les dépôts miocènes de la Corse présentent les caractères minéralogiques de la Mollasse suisse. Quant aux couches à Clypéastres, elles semblent être identiques dans tout le bassin méditerranéen. On lit en effet dans la *Description géologique de l'île de Sardaigne*, par M. de la Marmora : « Le calcaire à Spatangues (*Schizaster*) nous a parfaitement rappelé, sous bien des rapports, celui qui forme la presque totalité des îles de Malte et de Gozzo, ainsi que ceux que nous avons également étudiés en Sicile, aux îles Baléares, à Cadix et à Oran, sans compter ceux de l'Astesan et de plusieurs autres lieux de l'Italie. » Le Miocène à Clypéastres est également bien développé dans la province d'Alger et au Maroc, au défilé de Bab-Tisra (1).

L'île de Pianosa, située à l'est de la plaine d'Aleria, est formée des mêmes terrains que celle-ci ; c'est donc un jalon entre les dépôts tertiaires de la Corse et ceux de la Sicile.

Les fossiles communs aux trois bassins miocènes de la Corse sont, entre autres :

Clypeaster scutellatus, M. de Serr.,
— *gibbosus*, M. de Serr.,
— *crassicostatus*, Ag.,
— *intermedius*, Des Moul.,
— *altus*, Lam.,
Scutella subrotunda, Lam.,
Schizaster Parkinsoni, Lam.,
— *eurynotus*, Ag.,
— *Bellardii*, Ag.,
Pecten Burdigalensis, Lam.,
— *aduncus*, Eichw.,
Ostrea plicatula. Gmel.,
— *Boblayei*, Desh.,
— *lamellosa*, de la Marm.,
Cassis texta, Bronn,
Balanus crassus, Sow.,
Carcharodon auriculatus, Ag.,
etc.

Les derniers dépôts de Saint-Florent et de Bonifacio sont des dépôts de rivage; les fossiles y sont en effet toujours remaniés, cassés, souvent méconnaissables.

A Aleria il y a eu également un rivage ; puis de nombreux lacs d'eau saumâtre ont dû se former, dont les étangs actuels sont sans doute les restes. De nombreux dépôts se produisent maintenant encore le long du rivage; les lacs et les étangs se comblent lentement. La plaine

(1) *Compt.-rend. Ac. Sc.*, t. LXXVIII, p. 1714.

d'Aleria doit donc sa formation, non pas à un exhaussement du sol par suite d'une action souterraine, mais bien plutôt à des dépôts produits sous l'action de la mer et de l'apport des cours d'eau.

Les dépôts de Saint-Florent ont, au contraire, été violemment soulevés. Les monticules qu'ils forment sont à pic du côté de l'est, avec une pente assez forte à l'ouest. Ceux de Bonifacio semblent avoir été soulevés tout d'une pièce, mais lentement.

Séance du 15 *novembre* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Bucaille, rue Saint-Vivien, 132, à Rouen (Seine-Inférieure), présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas ;

Croisiers de Lacvivier, Surveillant général au Lycée Saint-Louis, à Paris, présenté par MM. Hébert et Vélain ;

Feningue, Ingénieur civil, à Saint-André-de-Méouilles (Basses-Alpes), présenté par MM. Alph. Milne-Edwards et L. Vaillant ;

Hermitte, Attaché au laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences, à Paris, présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas ;

Tawney (Édouard), 16, Royal crescent, Clifton, à Bristol (Angleterre), présenté par MM. Hébert et Vélain ;

Vidal (Luis-Mariano), Ingénieur des Mines, rambla de Canaletas, 13, à Barcelone (Espagne), présenté par MM. Coquand et Matheron.

Le Président rappelle que les membres de la Société présents à la réunion extraordinaire de Genève et Chamounix ont ouvert une souscription pour l'érection d'un monument à la mémoire de Jacques Balmat; nos confrères sont invités à prendre part à cette souscription.

M. Blandet fait la communication suivante :

Progrès *récents de la* **Géogénie,**
par M. **Blandet.**

Le 8 juin 1868, j'ai eu l'honneur de lire devant la Société un travail sur l'excès présumé d'insolation dans les périodes antérieures ainsi défini :

Élévation progressive de la température à la surface ; la zone chaude

et lumineuse, en d'autres termes, les cercles tropiques, remontant en latitude vers le pôle boréal; la zone torride s'y substituant aux deux autres; enfin, à l'extrême série paléozoïque, le jour égal, un climat égal, universel et torride, acquis à toute la Terre : tel aurait été l'ensemble du phénomène paléothermal.

En effet, à mesure qu'on remonte dans le passé, les indices animés, les thermomètres zoïques, faunes et flores, déplacent sur leurs pas les climats qu'ils représentent; dans cette migration boréale il y a ascension subordonnée des conditions tropicales; dans ce processus nord, les cercles tropiques semblent se superposer consécutivement sur tous les parallèles de latitude, depuis le 23° 28' présent, jusqu'au 90° laurentien ou silurien. Ces cercles, si rapprochés de l'équateur aujourd'hui, semblent, dès le Miocène inférieur, remonter aux Pyrénées; Paris éocène paraît tropical; la Scanie crétacée serait tropicale. Enfin, à l'époque houillère le cercle arctique serait le tropique à son tour; le faciès tropical est acquis à toute la surface du Globe, comme il l'est encore aujourd'hui dans la profondeur. On peut sur une mappemonde suivre l'ascension de ces fossiles tropicaux, et y marquer sur leurs pas des ordonnées croissantes ou décroissantes en latitude, suivant que l'on remonte ou que l'on descend les périodes.

Abordant l'interprétation de ces faits, j'ai montré l'inanité de toute théorie autre que celle du Feu central ou du Soleil, flux intérieur ou extérieur, mais plus puissant. Pour décider entre les deux, j'ai scindé le phénomène qui est double, chaleur et lumière, et, éliminant du débat la chaleur, facteur commun au feu sus-jacent et au feu sous-jacent, je me suis demandé quelle lumière avait fixé dans les houilles du Nord tout ce carbone ; quelle lumière, Feu central ou Soleil, ressuscite la combustion de nos foyers?

Évidemment poser une telle question, c'est la résoudre; évidemment le Feu central n'a eu que faire dans une question d'éclairage; et c'est bien le Soleil, mais plus chaud, plus dilaté, qui a agrandi ainsi la zone chaude et lumineuse. Vainement invoquerait-on la réfraction, le crépuscule plus grands d'une atmosphère plus épaisse; le jour indirect n'est pas physiologique et ne peut expliquer cette exubérance végétale. Force est donc parallèlement à l'agrandissement de l'aire tropicale, d'agrandir l'aire de la source et de dilater synchroniquement les deux zones lumineuses sur la Terre et dans le Ciel.

Le rayon présent du Soleil égale 16'; il déborde donc de 16' le point héliocentrique ou le centre du Soleil, et conséquemment l'arrêt présent du tropique. Dilatons cette quantité hypertropicale, nous augmenterons avec le rayon l'aire rayonnante, et nous remonterons d'autant le tropique sur la Terre. L'ascension continue du rayon finira par attein-

dre 90°, point de l'orbite et de la sécession de la Terre ; or parmi ces rayons, il en est un remarquable, car il donne le jour égal pour toute la terre, l'obliquité de l'axe terrestre étant annulée, et les variations de translation ou de climat étant ramenées aux conditions de Jupiter. J'ai dit jour égal, mais non pas hauteur égale, chaleur égale, qui sont des fautes d'impression. Cependant il se peut que la chaleur ait été égale ; car à ces époques reculées, le flux central réduit à un 30me de degré aura pu transpirer plus et échauffer la surface davantage ; mais règle générale, à lui la profondeur, au Soleil la surface.

Le Soleil a donc été réellement plus proche et plus dilaté ; il n'a pas été seulement plus proche par l'excentricité supposée plus grande de la Terre ; car l'excès d'insolation du périhélie dans cette hypothèse aurait été détruit dans l'aphélie ; ce que contredit le synchronisme paléozoïque des deux hémisphères.

Le Soleil, en se dilatant, comme l'indique du reste la synthèse de Laplace, ne paraît pas avoir augmenté sa chaleur comme son volume, pour la Terre du moins ; si les thermomètres animés ont marqué 30° sur toute la Terre, ils n'ont pas trop dépassé ce chiffre limite. Au total, l'astre encore nébuleux aura été moins chaud à surface égale ; mais le rapprochement du disque lumineux ayant été d'un quart avec un rayon de 23°, aura suffi seul pour donner à la Terre la température de Vénus.

Dans ce tableau des évolutions des deux astres en présence, j'ai tenté un synchronisme, une concordance des temps. Acceptant ce point de repère, R = 23° pour le jour égal direct supposé primaire, j'ai proposé moitié de ce rayon, 11° environ, pour le jour égal encore, mais simulé, indirect, le jour crétacé, tel que le constate la Paléontologie ; enfin on peut subordonner au tiers, au quart de ce rayon, le jour éocène ou le miocène, et admettre un degré seulement pour l'époque quaternaire, à moins de donner le régime des hibernants à la faune Sibérienne quaternaire.

Tel est en résumé le travail que la Société a entendu avec bienveillance ; mais la science a progressé depuis. Les herbiers arctiques ont été retrouvés sous les glaces ; MM. Heer, Gœppert, Unger, etc., et chez nous MM. Watelet, Gaudin et de Saporta, en ont fait l'inventaire.

Entre ces précieuses monographies, j'analyserai la plus récente, les Groupes physiologiques de M. Alph. de Candolle.

L'auteur y reconnaît l'unité primitive du climat de la Terre :

« Si l'on part de l'idée admise par les physiciens d'une température » assez élevée et à peu près égale du globe, aux époques anciennes, il » faudra admettre des retraites successives sur l'équateur de la végé- » tation primitive : en effet, la végétation du 35e degré s'est avancée

» jusqu'au 60e en Amérique ; la flore du Japon remontait autrefois bien
» plus au nord ; la flore tropicale s'est avancée jusqu'à Londres éocène,
» et même jusqu'au 58e... Enfin, au début même de l'époque actuelle,
» la végétation des bords de la Méditerranée s'étendait à Paris... Le
» refroidissement paraît avoir été lent et continu...; il y a bien eu
» interruption et une sorte de retour à l'époque glaciaire, quand la
» flore arctico-alpine confinée aujourd'hui au pôle et sur les hauteurs
» est descendue dans nos plaines ; mais, outre que le phénomène a été
» momentané, accidentel, rien ne prouve un refroidissement réel et
» général ; même, si l'on en croit Tyndall, jamais l'élément des gla-
» ciers, la vapeur d'eau, n'ayant été si abondant, jamais le Soleil
» n'aurait été si chaud à l'équateur... Les indices d'un refroidissement
» général commencent à l'époque tertiaire. »

Telle est en résumé la climatologie ancienne de l'auteur. Son essai ressemble au mien, mais plus réservé, plus restreint : il ne commence qu'à l'Éocène et ne considère que la chaleur.

Les seuls indices pour lui du climat sont les doses de chaleur nécessaires à la plante ; et conséquemment il divise les végétaux en groupes réclamant beaucoup, peu ou moins de chaleur : *mégathermes* et *mégistothermes, mésothermes, microthermes* et *hékistothermes* les moins thermiques de tous ; les *xérophiles* sont à part : classification qui répond à nos formes tropicales, froides ou tempérées. Grammaticalement elle n'est pas irréprochable, car l'adjectif y fait défaut ; mais, querelle de mots à part, pourquoi ne pas mentionner même la lumière en pleine physiologie végétale ? Ce parti-pris est inconcevable de la part d'un botaniste si éminent. La lumière n'est-elle pas elle aussi la vie du végétal ? Sans elle le cotylédon devient un parasite de lui-même ; il vit sur son fonds propre, ne s'assimile rien ; il élimine sa substance, s'épuise et meurt. La plante est ce que le Soleil la fait : en son absence prolongée plus ou moins, elle dort ou succombe. La lumière prime ici la chaleur : cette saison en est un exemple et une preuve : certes la température moyenne de ces mois, octobre et novembre, est supérieure à la moyenne de mars et d'avril ; et cependant quelle différence entre la décadence automnale et le magnifique essor printanier ?

La chaleur et la lumière ont sur la Terre deux rôles bien différents : à la chaleur, les grands phénomènes, mais aussi les bouleversements, les éruptions, la combustion, et souvent, hélas ! la destruction : à la bienfaisante et douce lumière, la vivification et l'ornement de la nature.

Sans doute les deux éléments ont même source, permutent ensemble dans la calorescence ; indivis dans le Soleil, ils se divisent entre nos mains et dans celles de la nature ; mais la chaleur, c'est la force vive,

brute; la lumière, c'est la vie. La chaleur a fabriqué les roches, les substances chimiques; la lumière a fabriqué les êtres animés; l'embryon, sans elle, n'est plus qu'un appareil réducteur chimique; il meurt.

Donc, au lieu d'une division physiologique absolument thermique, j'y eus introduit la lumière; *mégaphotherme, mésophotherme, microphoterme;* ou *photomégiste, photoligiste;* ou *isophos, mégaphos, mésophos,* etc. N'est-t-il pas vrai que le rayon violet avait bien ici voix au chapitre? Quoiqu'il en soit, lumière à part, acceptons la nomenclature proposée; elle est, non pas le flambeau, mais le thermomètre de la climatologie ancienne; elle montre les migrations arctiques anciennes des mégathermes, et leurs retraites successives sur l'équateur où elles se rabattent devant l'invasion progressive du froid polaire.

Historien, comme moi, de la profondeur plus que de la surface, l'auteur s'avance avec plus de réserve parmi ces fossiles *sopitos cineri doloso*. Il croit avant tout à la stratigraphie; il a ses raisons pour cela; il n'accepte pas le cercle vicieux du strate et du fossile se donnant pour garant l'un de l'autre. Quoi cependant de plus rationnel que d'accepter comme point de repère définitif le fossile bien contrôlé et constaté par la stratigraphie? Deux quantités égales ne sont-elles pas égales toutes deux à une troisième? Ce que l'auteur finit par reconnaître.

M. de Candolle proteste avec plus de raison contre le synchronisme absolu des flores entre elles. Jusqu'à la Craie, c'est convenu, le climat est un, la forme végétale est une, *mégatherme;* le synchronisme est parfait pour toute la Terre. Mais après, les climats divers ayant apparu, le nord s'étant refroidi le premier, le synchronisme n'est plus possible en latitude; le Miocène du Spitzberg n'est pas le nôtre, en date du moins; il l'a précédé; il était éocène. Du côté de l'équateur, les flores intertropicales toujours *mégathermes,* anciennes et modernes, qui n'ont jamais varié de domicile, qui n'ont jamais eu ces allées et retours des flores voyageuses *mésothermes*, sont-elles bien synchroniques et de quoi? Ces variations des flores sont dessinées à grands traits par l'auteur. L'élément *mégatherme* domine encore à Sheppey, dans les Sables du Soissonnais, éocènes; il n'est plus que pour 1/4 dans le Gypse d'Aix, à Bolca, miocènes. Les *mésothermes* prédominaient à Dantzig, à Œningen, pendant qu'au Spitzberg ils s'alliaient déjà avec les *microthermes.* Ceux-ci y sont supplantés à leur tour par les *hékistothermes.* Plus le climat s'accuse, plus le synchronisme s'efface; les *hékistothermes* ont même envahi nos plaines, à Munich, à Constance, mais momentanément dans la boue ou l'argile glaciaire.

Le refroidissement semble même se continuer de nos jours, puisqu'on a signalé à Java, aux Philippines, une essence de Chêne qui y vit. Ce Chêne y serait-il le précurseur des formes froides ou tempérées?

Ce tableau, tout restreint qu'il est, est fort instructif. « Lorsque » l'époque tertiaire a commencé, dit l'auteur, les *mégathermes* occu- » paient encore les surfaces sémergée, jusqu'au 58°; à mesure que » l'augmentation du froid les en a expulsés, des formes froides les ont » remplacés graduellement. Les *mégathermes* ont perdu plus de ter- » rain, et les autres en ont acquis davantage. Ceci est l'expression sim- » ple et sans théorie des faits. »

Telle aurait donc été la climatologie tertiaire, d'après l'herbier de ces temps-là. L'auteur croit, lui aussi, à l'inflexibilité des climats ou des conditions physiques. Il signale pour beaucoup de plantes l'impuissance de la culture : sur le Dattier, par exemple, que l'homme s'efforce en vain de faire fructifier en Grèce, en Italie, et cela depuis 3 000 ans; efforts qui resteront stériles comme l'arbre, puisque le globe se refroidit. Cependant l'auteur est transformiste; le climat primitif ayant été un, toute forme primitive aura été une, chaude ou *mégistotherme :* et, comme il n'y aurait eu qu'une seule création première, formes froides ou tempérées dérivent nécessairement ou procèdent toutes des *mégistothermes,* seules formes primitives.

« Dans le nombre, il en est qui ont pu s'accommoder des longs cré- » puscules du Nord, puisque nos Fougères vivent encore dans les forêts, » et puisqu'un Conifère cultivé, le *Cryptomeria japonica,* se trouve » mieux d'être à l'ombre. » Si les Fougères, si les Conifères de l'époque carbonifère ont prospéré au nord, ce n'est pas à la faveur des longs crépuscules, mais du Soleil dilaté contemporain, voilé ou nébuleux, bien différent de l'ardent Soleil actuel du Japon ; outre qu'en ce temps-là il n'y avait encore ni culture ni horticulteurs, que je sache. L'auteur s'engage de plus en plus dans les questions brûlantes de transformisme et de filiation sélective, où notre Lamarck a laissé bien loin derrière lui Darwin, sinon ses disciples. Je ne le suivrai pas sur ce terrain et dans des matières que ne comporte pas mon sujet.

En résumé, M. de Candolle a produit un tableau de l'ancienne climatologie, qui, bien que restreint aux époques tertiaire et quaternaire, est une base solide pour une appréciation des climats anciens et de leur origine. Cependant il n'a pas conclu ou osé conclure; je respecte ses scrupules sans les partager; car l'interprétation des faits s'impose d'elle-même. Mais une science nouvelle, venue à mon appui, a été plus explicite et bien autrement précise; c'est la thermodynamique et ses déductions rigoureuses et mathématiques. Un médecin est venu au secours d'un autre; j'en rends grâce à mon confrère d'Heilbronn.

La botanique fossile nous indique la zone tropicale plus étendue; la thermodynamique la démontre et exige une dilatation synchronique égale dans le Soleil. L'astre a travaillé; il a donc perdu; la déperdi-

tion a égalé le travail accompli; celui qui remonte les poids, les marées, les nuages, les pluies, les arbres même, etc., n'a pu le faire qu'en tombant sur lui-même d'une quantité égale. L'astre moteur s'est dépouillé de son stock primitif par la radiation, dont nous ne recevons pour notre part que 2 trillionièmes environ. Le Soleil accomplit un double travail, externe et interne; celui-ci ne m'occupera pas; c'est affaire de chimie solaire. Le travail externe est un choc continu contre l'éther qu'il fait vibrer comme une cloche, sous forme de lumière et de chaleur. Passé le Soleil et son atmosphère, la chaleur devient nulle en tant que vibration thermique, chaude; l'éther l'annule comme telle, se l'approprie et la convertit en mouvement; elle traverse ainsi le vide, et il faut le choc de la Terre pour la restituer en son état thermique premier; le mouvement éthéré s'éteint au contact du pondérable et permute. La matière est donc la génératrice de la chaleur, et elle s'assimile la force engendrée et qui croît proportionnellement au carré de la vitesse. Le mouvement cesse sitôt que la chaleur commence. C'est le principe de l'équivalence et de la conservation de la force, ainsi formulé dans la dynamique : $\frac{C}{425}$, ou $nC = n\,425\,k^m$, d'où $n \times 1\,k^m = \frac{nC}{425}$.

La thermodynamique est en quelque sorte l'agent de change des rapports célestes; si elle ne jauge pas le Ciel comme l'astronomie, elle en tient le livre et en fait le bilan, inscrit doit et avoir : tant pour la température, tant pour la végétation, etc.; rien ne se perd, tout se retrouve dans ses comptes; pour chaque quotient de travail accompli, il lui faut un quotient égal de force ou de chaleur disparue; et comme c'est l'astre moteur qui fournit, qui s'est épuisé, en opérant ses recouvrements dans le passé, la thermodynamique, dans cette balance des profits et pertes où la perte est si grande et le profit 0, la thermodynamique, dis-je, réclame, exige une fraction, un morceau synchronique de Soleil disparu. Le moyen de nier les dilatations anciennes avec un tel comptable et avec une telle monnaie, l'équivalent mécanique de la chaleur, la constance du rendement et du travail.

L'éther est l'intermédiaire obligé entre le Soleil et la Terre. L'impondérable commence où finit le pondérable, à — 273° moins x quantité aussi faible qu'on voudra. L'écorce terrestre se trouve ainsi placée entre deux couches invariables de température : la limite inférieure dans le sol à quelques mètres de profondeur; la supérieure aux confins de l'atmosphère, et approximativement déterminée à — 70°, en raison de la matière cosmique interplanétaire.

Il y a rapport continu du Soleil et de la Terre, mais sans échange et sans action reflexe de celle-ci. La courbe est non fermée, parabolique : le rayon parti du Soleil se transforme dans sa trajectoire; il parcourt

l'espace froid à — 70° environ ; la Terre frappée absorbe la vibration cinétique, l'absorbe comme chaleur ou l'envoie se perdre dans l'espace ; mais le Soleil n'en reçoit rien ; conséquemment il s'épuise.

J'insiste sur ces principes parce que chaleur terrestre superficielle et chaleur de la source solaire n'ont pas d'autre origine certaine, l'origine mécanique.

Secchi dit (*Unité des forces*, p. 116) : « qu'il est prouvé que la » source principale de la chaleur solaire est la force mécanique de sa » condensation, et la chute de sa propre masse sur elle-même. Hall et » bien d'autres ont démontré que la condensation du volume du Soleil » capable de diminuer son diamètre d'une seconde est capable de » développer autant de chaleur que l'astre en peut perdre en » 18000 ans. » A ce compte, et au taux de l'émission actuelle, le Soleil aurait encore devant lui 360000 siècles, si toutefois il ne s'encroûtait auparavant. Quant à son passé, il faut le demander en secondes de 18000 ans chaque, au diamètre même des orbites planétaires. Quant à la chaleur interne ou chimique, c'est autre chose : pour faire une masse d'eau froide de la masse solaire dissociée de 2 quintillions de kilogrammes, il faudrait 200 trillions de siècles ; pour nous reporter à l'époque seule du jour égal, R = 23° 28', il faudrait reculer dans le temps de 34 millions de siècles.

La thermodynamique refait ainsi, en la continuant, la synthèse de Laplace ; seulement ici les retraites solaires supposées deviennent des chutes incessantes et successives, chutes communes à la Terre nébuleuse comme au Soleil nébuleux. Les deux nébuleuses, en tombant sur leur centre respectif, y ont développé une immense chaleur ; le Soleil l'a perdue dans l'espace en majeure partie, et il s'est amoindri ; l'astre radieux lui aussi a donc subi le sort fatal ; il est aujourd'hui

Tout meurtri des faux pas de sa carrière antique,
Tombé, de chute en chute, en sa forme modique.

Quant à la Terre, mieux avisée, elle s'est encroûtée et garde sous son écorce peu conductrice le Feu central développé. Mais l'inverse du fait accompli dans le temps se reproduirait encore, si la Terre était arrêtée subitement par un choc dans son mouvement ; car la chaleur développée par ce choc suffirait pour ramener l'état primitif nébuleux ; le Globe retournerait en vapeur dans l'espace et recommencerait les périodes écoulées.

Avant Mayer l'héliostatique seule existait ; l'héliodynamique, la *Dynamik des Himmels*, n'existait pas ; il a ouvert une voie neuve, l'histoire du travail accompli dans le Ciel et sur la Terre, en posant l'équivalence de l'unité de travail accompli pour l'unité de chaleur

disparue, et réciproquement. Ce principe donne la démonstration si désirée du Feu central, puisque la condensation de la nébuleuse terrestre sur son centre y a allumé une chaleur emmagasinée sous nos pieds et proportionnelle au raccourcissement du diamètre de la nébuleuse. Le calcul peut être fait ; il donnera la hauteur de la chute par la quantité de chaleur développée, et réciproquement.

Résumons ce mémoire. Le tableau des groupes physiologiques confirme la supposition d'un climat primitif, un et hypertropical, et de plus la retraite successive de ce climat sur l'équateur, parallèlement aux migrations vers le sud des végétaux mégathermes, et synchroniquement à ces retraites des plantes et des conditions physiques tropicales limitées aujourd'hui au 23° de latitude. La thermodynamique, pour faire face aux dépenses antérieures, réclame et retrouve dans le Soleil un plus grand volume, rétablit ses dilatations premières, ordonne les retraites successives de l'astre dans le Ciel et sur la Terre, sur l'équateur céleste comme sur l'équateur terrestre ; on suit conjointement ce recul du Soleil, cette concentration héliocentrique, sur ses dépenses enregistrées et sur les pas des migrations botaniques.

Il est donc permis à cette heure, vu l'impossibilité absolue du flux central à l'époque tertiaire, de supposer devant un gisement *mégatherme* éocène, aux latitudes de Londres ou de Paris, un climat tropical, c'est-à-dire les cercles tropiques véritablement remontés, chaleur et lumière, vers un parallèle plus boréal, bien qu'encore mal défini. Dans le cercle décrit par l'orbite terrestre, il faut tout le rayon, ou élever celui-ci jusqu'à 90°, pour avoir le lieu et la date de la sécession de la Terre. L'époque du jour égal absolu, R $\doteq$ 23° 28' étant le 1/4 environ de ce rayon, serait aussi le 1/4 des temps écoulés ; période assez plausible pour la durée sédimentaire ; les trois premiers quarts correspondraient aux époques de formation nébuleuse, chaotique et azoïque. Bischoff a posé le chiffre de 350 millions d'années pour l'une de ces époques, le refroidissement de 2 000 à 200 degrés ; à 18 000 ans par seconde héliocentrique, j'ai indiqué 34 millions de siècles pour l'époque sédimentaire, depuis un rayon supposé égal à 23° 28', jusqu'au rayon actuel = 16'.

Le synchronisme total, parallèle au rayon total, reste indéterminé comme valeur numérique.

S'il m'était permis, à la fin de ce travail, d'embrasser d'un regard l'ensemble de la cosmogénie, je dirais :

Le mouvement est un, la matière est une ; et il n'y a qu'une force, le mouvement ; qu'une matière, l'éther.

L'éther n'est pas l'infini, $a - o$, mais $a \pm a$; il est matériel, car il vibre, et on mesure ses vibrations ; il est continu : sa masse = 273 de

grés — x, x fraction aussi petite qu'on voudra; il est impénétrable; il imprègne tous les corps et maintient leurs molécules à une distance n; tout nage dans ce milieu, même notre globe terrestre si pesant, qui n'est qu'un crible pour l'éther; l'éther aurait toutes les propriétés de la matière pour des sens plus parfaits que les nôtres. L'atome d'éther est l'éthérule, et toute combinaison de la matière n'est qu'une combinaison ou aggrégation de l'atome primordial pantogène. Si l'on énonce la densité de l'Hydrogène par 069, l'éthérule sera n 069. L'éther récupère en mouvement ce qu'il perd comme masse; c'est le grand réceptacle du mouvement. Cette compensation devient sensible quand le mouvement permute en chaleur : la chaleur spécifique des corps est en raison inverse de leur poids atomique; la quantité de ce mouvement compense donc la masse; au total, le produit de l'un par l'autre reste constant. Tout corps organique ou non est un composé plus ou moins avancé de l'éther; l'éther existe dans les interstices moléculaires; chaque molécule pondérable est le centre d'un tourbillon analogue à notre système solaire; de l'étoile à la molécule, du petit au grand, il y a analogie.

Le mouvement est l'essence même de l'éther, mais l'éther n'est susceptible pour nos sens ni de vibrations thermiques ni de vibrations sonores. La chaleur s'éteint dans le vide comme le son; autrement nous percevrions peut-être les effroyables détonations des projections périphériques de la matière solaire. La chaleur dépensée par le Soleil dans les périodes n'est que la transformation thermique de ce mouvement prodigieux, tel que le lui aura dosé l'éther dans l'héliogénie, et qui était la force qui maintenait à de si grands intervalles les espaces intra-moléculaires de la nébuleuse solaire.

Projection ou protubérance échappée sur la tangente de l'astre, la nébuleuse terrestre aura circulé dans l'éther plutôt comme mouvement que comme chaleur; mais sa chaleur d'origine assimilée par l'éther lui a été restituée dans sa concentration; sa réduction en définitive aura dégagé le Feu central qui persiste au dedans.

Telle serait la géogénie dans cette synthèse.

Quant à l'héliogénie en général, on peut la concevoir comme il suit :

L'éther, outre son mouvement de rotation sur lui-même, est emporté dans l'espace par un mouvement d'ensemble longitudinal, et dans un sens généralisé de l'ouest à l'est, entraînant avec lui contenant et contenu, tous les systèmes à la fois.

Ce mouvement général, entrevu par Fresnel comme participant à la rotation des astres, se déduit des phénomènes suivants :

1° La direction du système solaire vers un point de la constellation d'Hercule avec ses planètes; rotation, translation.

2° Le transport d'étoiles semblant se rapprocher ou s'éloigner de la terre de quantités inégales mais déterminées.

3° La scintillation même des étoiles fixes pourrait être invoquée à l'appui de ce courant, à l'exclusion des planètes garées dans une sorte de remous et conséquemment sans lueur vibrante apparente.

4° Les changements d'aspect d'ensemble qui s'opèrent dans le ciel indiquent, outre ce courant, des vitesses inégales dans les zones du courant.

Outre cette force longitudinale, l'éther a une force perpendiculaire à celle-ci, ou de pression ; c'est la pesanteur. De la combinaison de ces deux forces résultent la cosmogénie et l'héliogénie.

On peut en effet renverser la définition de Pascal et définir l'univers une sphère dont le centre n'est nulle part, et la circonférence partout. On peut encore assimiler cette sphère à une sphère fluide comme le Soleil, composée de zones contiguës, presque indépendantes, comme disait déjà Laugier, et animées de vitesses inégales et décroissantes à partir d'un équateur inconnu, et proportionnellement à une certaine fonction de la latitude ; la vitesse maximum à l'équateur décroîtrait ensuite de *n* kilomètres par seconde. Ce système de tranches successives donnera des zones à remous, des zones dites *royales*, génératrices de tourbillons, de taches, d'après M. Faye. A un point quelconque de la latitude céleste, rétablissons un de ces tourbillons entre deux zones contiguës d'inégale vitesse ; un éthérule se détachera dans leur intervalle, puis un second, etc.; enfin un tourbillon, un *Ethérogyre*, une nébuleuse, se formera, la nôtre si l'on veut. Précisons le phénomène accompli en ce lieu de l'espace que nous occupons, et le Soleil sera créé ; et ainsi des autres astres.

M. **Gillot** ne peut admettre l'opinion de M. Blandet ; il se réserve d'exposer ultérieurement à la Société les résultats de ses travaux.

M. Daubrée fait la communication suivante :

Exemples de **formation contemporaine** *de la* **Pyrite** *de fer dans des* **sources thermales** *et dans l'*eau de la mer (1),

par M. **Daubrée.**

La pyrite de fer s'est si fréquemment formée autrefois dans des roches de nature diverse, stratifiées, éruptives et métamorphiques,

(1) Cette note est le résumé d'une communication faite à l'Académie des Sciences (V. *Comptes-Rendus*, t. LXXXI, p. 854).

que les circonstances où elle peut prendre naissance méritent l'attention.

A l'époque actuelle, du sulfure de fer se forme fréquemment par suite de la réduction des sulfates sous l'influence de matières réductrices; mais celui que l'on peut en général observer est un sulfure noir, sans éclat, décomposable par l'acide chlorhydrique et bien différent du bisulfure ou pyrite, caractérisé par sa couleur jaune de laiton, son éclat métallique et sa résistance aux acides non oxydants.

Aux exemples assez rares où il a été possible de constater la pyrite en voie de formation, j'en ajouterai d'autres appartenant à trois localités.

Dans les substructions de Bourbonne-les-Bains, la pyrite s'est produite à quelque distance des divers sulfures cuivreux et cristallisés associés aux médailles antiques dont il a été antérieurement question (1), et dans des parties différentes du sous-sol.

De petits galets, rapportés d'un sondage exécuté sur le point même d'émergence de la source, étaient enveloppés de pyrite en partie cristallisée. Cette pyrite est bien de formation contemporaine; car elle s'est appliquée aussi sur quelques silex taillés de main d'homme, en forme de couteau, qui ont été rencontrés non loin de là.

En outre, en visitant attentivement les briques d'un carrelage romain établi au-dessous d'un canal de conduite d'eau, j'y ai également reconnu la présence de la pyrite. Le minéral s'est formé en grains cristallisés, dans la chaux qui enveloppe les briques; il rappelle, par sa dissémination dans la chaux, sa manière d'être dans des calcaires de divers âges, schistes alunifères, combustibles et autres roches de formation ancienne.

Un second exemple est fourni par les sources thermales d'Hamman-Meskoutin, dans la province de Constantine; on y a rencontré des pisolithes de calcite dans lesquelles la pyrite forme des couches minces et concentriques, soit à la surface de ces pisolithes, soit dans leur intérieur.

Enfin, il est un autre exemple qui ne correspond plus à l'action des sources thermales, mais à celle de l'eau de mer mélangée d'eau douce. De la pyrite a été rencontrée récemment en Angleterre dans l'intérieur d'une pièce de bois du Yacht royal *Osborne;* elle s'y est produite dans la fosse du parc où les bois destinés à la construction séjournent préalablement. Il est à ajouter que cette fosse reçoit des égouts qui ont pu y apporter des substances réductrices ou sulfurées.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante :

(1) *Bull.*, 3e série, t. III, p. 307.

Stries pseudo-glaciaires,

par M. Th. Ébray.

Dans ma note sur la stratigraphie des montagnes situées entre Genève et le Mont-Blanc (1), j'ai donné la description des marnes (*diot* du pays) qui surmontent les conglomérats diluviens des environs de Genève. J'ai remarqué que ces marnes contenaient des cailloux souvent *parfaitement arrondis* et couverts de stries ayant toutes les apparences de *stries glaciaires*. Appelant l'attention de la Société géologique sur ces deux faits contradictoires, j'ai recommandé à mes confrères l'étude des causes des stries comme pouvant faire avancer la question des terrains glaciaires aujourd'hui encore diversement interprétée.

J'ai recueilli un caillou jurassique strié, qui, soumis à plusieurs glaciéristes, a été reconnu par eux comme un caillou glaciaire. En effet, un côté présente une surface de glissement bien accentuée, et l'ensemble montre des stries nombreuses, qui, à la rigueur, ont les apparences de stries glaciaires.

J'ai ramassé ce caillou sur le sommet des grands escarpements qui dominent le versant droit de la vallée de l'Arve à l'ouest du col du Reret, près de Bonneville.

En le ramassant, j'ai été tout d'abord tenté de le considérer comme un caillou glaciaire, mais l'ensemble des stries m'a paru présenter un cachet particulier ; puis, ayant observé qu'elles passaient sur les angles du caillou à l'instar d'une côte d'Ammonite, la nature glaciaire devint pour moi entièrement suspecte. J'ai alors supposé que ces stries pouvaient résulter de petits filets de carbonate de chaux spathique détruits à la surface. La rupture de la pierre donna raison à mon hypothèse.

C'est évidemment un cas particulier, mais il prouve que les stries peuvent avoir des origines diverses.

Sur beaucoup de cailloux supposés glaciaires, on observe que les stries diminuent rapidement de largeur et de profondeur; elles présentent une forme qui dénote une cause rapidement décroissante et d'une faible durée, et qui n'est pas en rapport avec l'action d'une certaine constance qu'exerce un glacier. Je me demande dès lors si elles ne résulteraient pas du choc torrentiel des blocs et des pierres les uns contre les autres.

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 601.

Je sais qu'on a fait déjà des expériences sur ce sujet. Mais est-il possible d'imiter ici la nature? Peut-on reproduire les phénomènes qui doivent se passer dans le choc des blocs et des pierres de toutes dimensions qui descendent avec fracas dans les torrents sous des pentes supérieures parfois à 45°. Il doit se produire dans ces cas des chocs d'une grande intensité, qui se décèlent d'ailleurs par les détonations qui se font entendre.

Il me semble que ces expériences devraient être reprises et ces faits étudiés sur la nature même, en examinant sur place l'action de ces chocs.

Ces observations ne me portent pas à nier l'extension des glaciers, mais l'étude de la cause des stries pourrait bien faire rentrer la théorie glaciaire dans des limites plus rationnelles.

Séance du 6 *décembre* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce quatre présentations.

Il annonce ensuite que le Conseil a accepté le don fait à la Société par Mme veuve Viquesnel pour la fondation d'un prix annuel, et que le mode de distribution de ce prix a été réglé ainsi qu'il suit :

Prix Viquesnel.

RÈGLEMENT.

Chapitre I. — Fondation du prix.

Article 1er. — Il est fondé un prix annuel de 300 francs, sous le nom de *prix Viquesnel.*

Article 2. — Ce prix est décerné à titre d'encouragement, par le suffrage des membres de la Société, à l'auteur d'un travail publié soit dans le *Bulletin,* soit dans les *Mémoires.*

Chapitre II. — Élection du lauréat.

Article 3. — Les membres sont invités à désigner au Conseil, avant le 1er janvier de chaque année, les auteurs qu'ils jugent dignes du prix.

Sur ces indications, le Conseil choisit trois candidats parmi les-

quels le lauréat est élu suivant le mode fixé par l'article 16 du Règlement administratif de la Société.

Article 4. — Les noms des candidats proposés par le Conseil sont inscrits sur la circulaire suivant l'ordre alphabétique.

Article 5. — Les bulletins de vote doivent être envoyés au secrétariat avant le 1er janvier.

Article 6. — Le dépouillement du scrutin a lieu en séance du Conseil.

Chapitre III. — Distribution du prix.

Article 7. — Le prix consiste en une médaille de bronze d'un module qui sera ultérieurement adopté, portant d'un côté l'inscription : « *Société géologique de France. Prix Viquesnel. 18* », et de l'autre le nom du lauréat, et en une somme de trois cent francs.

Article 8. — Le prix est distribué à la séance générale annuelle.

Le Président annonce que le Conseil, en reconnaissance du don qui vient d'être fait à la Société, a décidé, dans sa séance du 29 novembre, que le nom de M. Viquesnel serait inscrit à perpétuité sur la liste des membres.

M. **Delesse** offre à la Société, de la part de M. A. Lavalley, administrateur délégué de la Compagnie du Chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre, la série des rapports relatifs à l'**exploration géologique** *du* **Pas-de-Calais.**

Il rappelle que cette exploration, entreprise d'après un programme rédigé par une commission dont faisaient partie MM. Delesse, Potier et de Lapparent, a été conduite, pendant l'été de 1875, sous la direction de M. Lavalley, par MM. Potier et de Lapparent, avec le concours de M. Larousse, ingénieur hydrographe de la marine.

M. **de Lapparent** donne ensuite, en son nom et au nom de M. **Potier,** quelques détails sur la manière dont les opérations ont été exécutées.

A l'aide d'un outil de sondage formé d'un tube d'acier vissé à l'extrémité d'un cylindre de plomb, et pénétrant dans le terrain à la manière d'un emporte-pièce, toutes les fois qu'il n'y avait pas trop de sable et de gravier sur le fond de la mer, on a recoupé l'affleurement de la Craie glauconieuse par des lignes de sondages dirigées parallèlement à l'axe du détroit. Chacune de ces lignes a son origine sur l'affleurement du Grès vert ou des Sables wealdiens et se prolonge jusqu'à la Craie bien constatée. Les coups de sonde sur chaque ligne sont placés à des distances variables entre 100 et 300 mètres.

Sur 1522 coups de sonde, 345 ont rapporté des échantillons du fond

susceptibles d'une détermination géologique exacte. On a pu ainsi tracer non-seulement la ligne d'affleurement de la Craie glauconieuse, mais encore celle de la base de la Craie conglomérée à *Inoceramus labiatus*. Ces deux lignes se sont montrées continues, et on a par conséquent lieu de penser qu'il n'existe, entre la côte française et les eaux anglaises (auxquelles les opérations ont été arrêtées provisoirement), aucune faille produisant un rejet notable. Seulement il y a un pli assez marqué près de la côte française, autour du bas-fond rocheux des Quenocs, et il paraît y en avoir un semblable sur la côte anglaise, d'après l'examen des échantillons antérieurement recueillis par M. Brunel.

L'axe du pli constaté près de la côte française semble dirigé de telle façon qu'il viendrait toucher la côte entre Sangatte et Calais. Par conséquent, en admettant que ce pli eût en profondeur, dans ces parages, la même amplitude qu'aux Quenocs, ce qui n'est pas probable, son influence ne se ferait pas sentir sur la partie sous-marine du tunnel. En tout cas, en creusant un puits près de Sangatte et en dirigeant de ce puits vers la mer une galerie de quelques centaines de mètres, on sera facilement renseigné sur l'allure des couches au voisinage du bombement en question.

L'intention de la Compagnie est d'ailleurs de compléter l'exploration du détroit dans la campagne de 1876, en la poussant jusqu'à la côte anglaise et en intercalant quelques nouvelles lignes de sondages entre celles qui ont donné en 1875 le moins de résultats positifs.

MM. Hébert et de Chancourtois présentent les observations suivantes :

Remarques à l'occasion des **sondages** *exécutés par la Commission française dans le* **Pas-de-Calais** *en 1875,*

par M. **Hébert.**

La Société se rappelle qu'à la séance du 21 juin dernier, j'ai exposé un certain nombre de faits justifiant l'existence, dans le Nord de la France, d'un système de plis S. O. - N. E., que j'avais déjà annoncé en 1863 (1); j'en ai conclu que le fond de la Manche devait présenter, dans l'allure des couches de la Craie, des bombements et des dépressions semblables.

Lors de la réunion de l'Association britannique à Bristol, au mois

(1) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XX, p. 615.

d'août dernier, sous la présidence de Sir John Hawkshaw, le promoteur du projet actuel du Tunnel sous-marin, j'ai appelé l'attention des géologues anglais sur cette disposition stratigraphique, différente de celle qu'on avait supposée dans le projet, et qui pouvait présenter des obstacles sérieux (1).

Les géologues qui prirent part à la discussion, et notamment M. Evans, président actuel de la Société géologique de Londres, ont cru que les sondages de M. Hawkshaw prouvaient que les couches de la Craie n'étaient point plissées dans le détroit, comme je l'annonçais.

Le résultat des sondages exécutés depuis par nos confrères MM. Potier et de Lapparent, avec une précision qui ne laisse rien à désirer dans les parties de leur œuvre qu'on peut considérer comme terminées, montre que les choses sont en réalité telles que je les ai indiquées.

Un bombement dont l'axe serait, d'après la forme des courbes d'affleurement des couches, dirigé ouest un peu sud à est un peu nord, existe près de la côte française. L'amplitude de ce bombement, considéré dans toute son étendue, dépasserait certainement cent mètres, et dans son sommet, près de la côte française, sur une distance horizontale de deux kilomètres environ, il paraît atteindre soixante-dix mètres. Il est vrai que le tunnel, dans la direction projetée, coupe obliquement ce pli saillant, ce qui atténuera beaucoup l'obstacle. Peut-être aussi, comme l'a dit M. de Lapparent, cette saillie diminue-t-elle à l'est, car le sondage de Sangatte, quoique incomplet, me paraît montrer que le plongement est un plus fort du Blanc-Nez à Sangatte que de Sangatte à Calais, c'est-à-dire qu'il y aurait là une légère dépression. Si cette dépression se reliait à celle de Hames-Boucre, et appartenait ainsi à un pli concave du système N. O. - S. E., ce pli atténuerait le bombement dont il est question.

La carte des sondages, qui vient d'être présentée, indique encore un autre pli S. O. - N. E. près des côtes d'Angleterre. Ce pli, qui paraît assez fort, ne pourra cependant être mesuré qu'après l'achèvement des études commencées.

On comprend, sans qu'il soit nécessaire d'insister beaucoup, l'inconvénient grave de ces plissements, qui exposent le constructeur, placé dans un système de couches imperméables, à rencontrer, par suite des relèvements ou des abaissements, des couches inférieures ou supérieures donnant passage à une nappe d'eau. Il s'agira de comparer l'épais-

(1) On pensait que le tunnel pouvait être maintenu dans un même banc de craie. J'ai dit que, pour cela, il faudrait qu'il pût suivre les contours que décriraient les couches crayeuses. Les journaux anglais ont imprimé que je proposais un projet de tunnel curviligne. C'était bien loin de ma pensée, l'art de l'ingénieur n'étant pas de mon ressort.

seur du système imperméable avec la hauteur laissée disponible par les inflexions.

Deux systèmes de couches peuvent être discutés sous le rapport des avantages de l'imperméabilité et de l'épaisseur : la Craie de Rouen (*Upper greensand, Chalk marl* et *Grey chalk* des Anglais) et la Craie marneuse à *Inoceramus labiatus* (*Chalk without flints*). Pour moi, j'estime que la dernière est de beaucoup préférable au point de vue de l'imperméabilité. Cette craie, qui renferme des bancs à structure conglomérée, lesquels durcissent rapidement au contact de l'air et de l'eau, est toujours argileuse dans la profondeur, et n'a jamais fourni la moindre trace d'eau dans les puits artésiens de Paris, tandis que les caractères minéralogiques de la Craie de Rouen sont très-variables, et qu'on la voit souvent se transformer en sables dans une grande partie de son épaisseur (1).

Au point de vue de l'épaisseur, la Craie à *Inoceramus labiatus* est, il est vrai, moins épaisse au Blanc-Nez que la Craie de Rouen, mais sa puissance augmente à l'est : elle atteint 76 mètres à Calais ; elle a 64 mètres à Saint-Margaret et 90 à Londres.

Au contraire, la Craie de Rouen diminue beaucoup à l'est. J'estime qu'à Calais elle n'a plus que 30 mètres, au lieu de 60 environ (2) qu'elle présente au Blanc-Nez. Sur la côte anglaise, la même assise, qui a également 60 mètres entre Douvres et Folkestone, n'a plus que 14 mètres à Saint-Margaret. Cette diminution dans l'épaisseur de la Craie de Rouen, à l'est de la ligne du Blanc-Nez à Douvres, a été constatée sur plusieurs autres points. A Londres, elle n'a que 36 mètres, et à Harwich, plus à l'est encore, seulement 18 (3).

Dans toute cette contrée de Calais, Saint-Margaret, Londres, Harwich, etc., le *Lower greensand* manque ; le Gault est très-mince et repose directement sur le terrain paléozoïque. Il y avait là une saillie de roches anciennes, prolongement de l'Ardenne, ayant servi de rivage au terrain jurassique et au terrain crétacé inférieur, recouverte progressivement par le terrain crétacé supérieur, mais qui, à l'époque de la Craie de Rouen, était encore un haut-fond, sur lequel les sédiments ont été beaucoup moins épais. Ce n'est que plus tard, à l'époque de la Craie à *Inoceramus labiatus*, que cette influence a disparu.

(1) C'est ainsi que la coupe donnée par MM. Potier et de Lapparent (note II) indique dans cette Craie trois niveaux d'eau.

(2) M. Chellonneix (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XXIX, p. 331 ; 1872) avait évalué l'épaisseur de la Craie de Rouen au Blanc-Nez à 81 mètres 50. Dans une coupe que j'ai relevée en 1860, j'étais arrivé au chiffre de 65 mètres. MM. de Lapparent et Potier donnent 55 mètres environ.

(3) *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, t. XIV, p. 250.

A mon avis, le choix entre les deux systèmes de couches ne saurait être douteux. Malheureusement il est difficile de songer à les utiliser tous deux et à passer de l'un à l'autre, ces deux systèmes étant ordinairement séparés par un niveau d'eau, qui, au pied du Blanc-Nez, est même assez important. Cette nappe est due non pas à la perméabilité des couches supérieures, mais à la nature même du banc d'où l'eau sort. Ce banc occupe la surface de la Craie de Rouen ; ce n'est plus de la craie, mais un calcaire dur, fendillé et percé de tubulures. Il y en a de pareils, comme je l'ai déjà dit souvent, à la séparation des divisions de la Craie que j'ai adoptées, et je crois que ce sont ces bancs qui fournissent les nappes d'eau de l'Artois.

Pour éviter la rencontre de ce banc-limite perméable, ce ne serait donc pas, d'après ce qui précède, au-dessous qu'il faudrait se placer, mais au-dessus. Je pense aussi, d'après les données qui sont de nature à nous éclairer sur la position de la Craie à *Inoceramus labiatus* dans la profondeur, que cette position est beaucoup plus en rapport avec la direction projetée du tunnel, que celle de la Craie de Rouen.

*Observations sur l'***exploration géologique** *du* **Pas-de-Calais** *et sur la question du* **Tunnel**, par M. **de Chancourtois.**

M. Lavalley ayant bien voulu m'envoyer un exemplaire de son rapport, je désire d'abord lui adresser mes remerciements. Je tiens ensuite à féliciter de leur beau travail MM. Larousse, Potier et de Lapparent, heureux de trouver pour la partie géologique les noms de deux ingénieurs dont j'avais demandé le concours pour la fondation du service de la *Carte géologique détaillée de la France*, heureux aussi de voir que la direction donnée aux travaux de ce service vers le Nord ait amené ces deux messieurs à se trouver prêts à point nommé pour le concours que réclame d'eux aujourd'hui l'entreprise du Tunnel du Pas-de-Calais.

Par le travail de MM. Larousse, Potier et de Lapparent, la question du relevé géologique du fond des mers sort de la voie des compilations de faits constatés pour ainsi dire au hasard, faits souvent du plus grand intérêt pour eux-mêmes, mais dont les déductions, pour ne pas risquer d'être aventureuses, semblaient devoir être tenues encore longtemps dans les limites des banalités les plus insignifiantes.

Voilà une étude à la fois lithologique et stratigraphique, c'est-à-dire complétement géognostique, qui ouvre une voie nouvelle et offre dès le

début des résultats acquis, aussi importants pour la pratique que pour la théorie. On ne saurait trop en remercier les auteurs.

Ces devoirs remplis, je présenterai, avec l'espoir qu'elles ne seront pas inutiles, les indications qui résultent d'une étude générale portant, non sur les sondages, mais sur les faits d'alignement.

C'est la théorie des ridements et des fractures verticales de l'écorce, autrement dit la partie sphérodésique de la théorie des soulèvements, qui essaye d'apporter des éléments de prévision directe pour les côtés de la question que l'étude des surfaces stratigraphiques voisines de l'horizontalité ne peut atteindre qu'indirectement ou est inhabile à éclairer.

J'ai appelé l'attention, il y a longtemps (1), sur un système d'alignements géologiques qui traverse l'Europe de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, en jouant un rôle très-considérable, sinon prédominant, dans la configuration orographique et hydrographique.

Un grand cercle de ce système passant à peu près par Limoges et Samara (sur le Volga), et offrant une sorte d'axe de figure de la région européenne, prend, par son passage dans les marais de Pinsk, un caractère anticlinal d'ensemble, quant à la séparation des eaux entre la Mer du Nord et la Méditerranée.

Au sud, pour ne citer que les accidents partiels les plus saillants, j'indiquerai les vallées du Rhône, dans le Valais, du Rhin supérieur et de l'Inn, les côtes de la Catalogne, de la Provence et de la Vénétie. Au nord, une ligne suivant le cours de la Loire au-dessus de Nantes, et celui de la Marne au confluent de la Seine, marque, en Prusse, cette singulière dépression marécageuse dans laquelle la Wartha et la Netze font presque communiquer à niveau l'Oder et la Vistule.

La même direction se retrouve très-nettement sur les côtes de la Normandie, auprès de Fécamp, et sur les côtes méridionales de la Baltique. Une ligne parallèle s'appuie sur les anfractuosités du canal de Bristol et du Wash.

Depuis que j'avais constaté l'existence de ce système, je lui avais toujours rattaché l'ouverture de la Manche. Aussi, M. Michel Chevalier ayant bien voulu, avant le commencement des travaux de reconnaissance, me faire l'honneur de me proposer un rendez-vous (qui du reste n'a pas abouti), j'avais tout d'abord cherché à préciser, pour les lui signaler, les alignements de cette direction suivant lesquels on pouvait craindre des failles ou des plis.

En examinant, dans les deux pointes de la Normandie et de la Bretagne, les accidents géologiques susceptibles de déceler des lignes de frac-

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 2 novembre 1863.

ture du système considéré, j'avais remarqué facilement une première ligne qui, passant par les îles d'Ouessant et d'Aurigny, va raser la côte de Douvres, et une seconde qui, tracée à partir de la rade de Brest par la rivière de Landerneau et suivant parallèlement et à peu de distance la petite rivière de la rade de Cherbourg, la Divette, va raser, sur la côte française du Pas-de-Calais, le Gris-Nez et le Blanc-Nez.

Aucune ligne intermédiaire ne se trouvant indiquée par des traits importants, j'en avais conclu que les dangers de faille ou de pli brusque étaient surtout à redouter vers les extrémités du tunnel, et je considérais cette conclusion comme relativement avantageuse pour le projet, puisque la question pouvait être résolue par des essais de percement à exécuter des deux côtés.

Or, voici que la reconnaissance sous-marine accuse justement des plis brusques du terrain sur ces deux lignes.

C'est une confirmation dont je suis très-fier pour la théorie des alignements et dont on pourra apprécier la valeur en comparant le figuré du relevé exécuté avec la petite carte de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont sur laquelle j'avais tracé mes deux lignes et que je soumets à la Société.

Il est à noter que la différence que l'on signale dans le plongement des couches, au pli indiqué comme très-probable près de la côte anglaise et au pli reconnu en affleurement sur la côte française, a quelque rapport avec l'opposition des caractères de mes deux lignes, dont l'une est annoncée par des accidents en relief et l'autre par des accidents en creux.

Quant à l'orientation de l'arête du pli français, sans vouloir m'inscrire contre la présomption émise, avec beaucoup de réserve d'ailleurs, par deux ingénieurs distingués qu'une étude récente et spéciale du terrain a mis à même d'acquérir le sentiment le plus juste de ses allures, je dois dire cependant que les tracés produits me semblent plutôt favorables à une direction voisine de celle de mes deux lignes, qu'à une direction plus rapprochée de la ligne est-ouest.

Maintenant, outre le plissement, faut-il s'attendre à trouver sur les deux lignes des failles avec dénivellations gênantes ? C'est ce que l'on ne saurait décider aujourd'hui, pas plus que l'on ne peut affirmer qu'il y a ou qu'il n'y a pas de rejet assez considérable pour intéresser la ligne du percement projeté, avant que les nouveaux sondages et le forage réclamés par MM. Potier et de Lapparent n'aient fourni les éléments d'une épure complète et définitive, si tant est qu'une épure définitive puisse être faite avant une recherche en galerie horizontale.

A côté de la question des failles, c'est-à-dire des fentes avec dénivellation, il y a celle des fentes et fissures perméables.

Toutes les fois qu'il y a ridement, il se produit des fentes ou des fissures dans le sens du plissement et dans le sens perpendiculaire, ou du moins transversalement ; mais les premières tendent évidemment à rester jointives ; ce sont donc les secondes dont il faut ici se préoccuper davantage.

L'existence des fentes perpendiculaires aux lignes de ridement est manifestée clairement dans le système que je considère.

Les *grands cercles de comparaison* des plis, des rides et des ondulations qui le constituent principalement, ont pour *normal* commun un grand cercle voisin de celui qui suit le cours du Rhin au-dessus de Bonn, et ce dernier, dont le prolongement passe juste par l'Etna, marque certainement une ligne de fracture de l'écorce du globe, que l'on peut suivre du reste à travers l'Afrique où elle dessine l'axe du lac Tanganiyka.

On peut aussi faire remarquer, entre autres, la ligne déterminée par le cours du Rhône coudé à angle droit au-dessous de Martigny, ligne qui accuse une fracture dont le prolongement passe exactement à Bourbonne-les-Bains.

La même direction se retrouve dans la configuration du Nord de l'Angleterre, notamment sur la côte est (dont la ligne moyenne prolongée va passer par le Mont-Blanc). Là, il est vrai, elle est accusée par un bombement qui s'efface au sud ; mais il n'en est que plus probable que dans le prolongement de ce bombement il existe un faisceau de fissures dont les traits sont déjà reconnaissables dans une zone du bassin de l'Humber qui prolongée passe entre Douvres et Calais.

Si donc, comme je l'ai pensé et comme tend à le prouver le relevé géologique qui vient d'être exécuté, l'ouverture de la Manche a été déterminée ou préparée par un ridement local du système E. N. E., des fractures sont à prévoir suivant un système de lignes N. N. O. ayant pour cercle normal une des lignes moyennes du premier (voisine de l'axe anticlinal de l'Europe mentionné plus haut).

En fait d'alignements et d'axes géologiques, il faut arriver à être précis. Je puis heureusement fixer la dernière direction dans le voisinage du Pas-de-Calais, avec une approximation suffisante et d'une manière très-pratique ; car il se trouve qu'une ligne du système est jalonnée par Saint-Paul de Londres et Notre-Dame de Paris. (Ce n'est pas par hasard, les cités de Paris et de Londres occupant des positions géographiques de caractères tout-à-fait exceptionnels.) Une parallèle passe du reste à très-peu près par le Gris-Nez et Douvres ; une autre parallèle, partant de Calais, rase la pointe dite *North-foreland* où commence le golfe de la Tamise. C'est entre ces deux lignes que chemine obliquement le tunnel projeté, et je ne mets pas en doute que le percement

rencontrera des fentes de la même orientation. Il en rencontrera aussi d'autres parallèles aux failles constatées dans le Boulonnais, ou à certaines fissures jalonnées dans la même région par des gîtes de minerai de fer ; mais la direction N. N. O. que je précise me paraît la plus inquiétante.

Veux-je dire par le mot *inquiétant* que les fentes menacent de donner passage aux eaux largement et sur de grandes longueurs ? Non, assurément, et il est probable qu'elles ne produiront que des suintements, pourvu qu'elles n'aient pas été le théâtre de phénomènes d'émanation ; mais ce dernier cas est possible, et les conséquences en pourraient être fort graves.

On voit dans les tranchées du chemin de fer, au nord de Caffiers, la Craie criblée d'énormes tubulures qui doivent certainement leur origine à l'action dissolvante des eaux minérales sortant par les points où les fissures du terrain n'étaient pas jointives, et accusant des canaux verticaux bien connus dans la Craie du Nord de la France et de la Belgique, où la régularité de leur forme et de leur distribution les a fait comparer à des tuyaux d'orgue. Les tubulures ont été ordinairement évasées dans les phénomènes diluviens des eaux qui y ont ensuite déposé un remplissage caillouteux.

De pareils accidents ne se sont-ils pas produits dans les couches crétacées que doit traverser le tunnel ? Je ne suis pas seul à en avoir prévu la possibilité. Mon collègue M. Bayle, à qui j'en parlais, m'a dit que c'était le premier danger qu'il avait signalé à M. Michel Chevalier dans une conversation déjà ancienne. Je ne sais si la question a été complétement négligée dans les nombreuses publications relatives aux conditions géologiques du percement, mais je n'en serais pas surpris ; car en géologie on ne fait pas encore aux phénomènes éruptifs la part qui leur revient dans la formation et l'accidentation des terrains sédimentaires, et, en attribuant les poches remplies de dépôts caillouteux à de simples affouillements opérés au hasard des courants diluviens, on arrive à les ranger dans la catégorie des faits essentiellement superficiels. Suivant ma manière de voir, au contraire, les tubulures pourraient n'être limitées en profondeur que par la couche argileuse du Gault, dans laquelle les fissures n'auraient pu être élargies, et. de plus, il y aurait lieu de prévoir des corrosions non-seulement profondes mais étendues, comme celles qui paraissent avoir déterminé par effondrement, le long de certaines fentes de la Craie en Normandie et en Picardie, les encastrements de lambeaux de terrain tertiaire si bien décrits par M. de Lapparent.

Je dois reconnaître cependant que l'élargissement d'une fissure est moins probable dans des couches de craie argileuse restées toujours

immergées, que dans des couches de craie purement calcaire et émergée, nécessairement plus attaquables et moins plastiques.

Et, de fait, c'est ordinairement dans la Craie blanche que sont constatées les grandes corrosions. On m'a rappelé à ce sujet, que les remplissages caillouteux ne pénétraient pas dans la partie inférieure de la falaise du Blanc-Nez. Mais, de ces remarques rassurantes, on ne saurait toutefois conclure que dans la région du Pas-de-Calais à traverser il n'y aura pas de poches faisant pénétrer dans le fond crayeux, jusqu'au niveau du percement, des masses de graviers facilement perméables, des excavations, des fentes béantes plus ou moins obstruées par la vase. La reconnaissance de dépressions brusques du sol sous-marin, pour la caractérisation desquelles M. de Lapparent vient d'être amené dans ses explications à se servir du mot *fontis*, ne vient-elle pas appuyer la prévision de semblables accidents ?

Je crois donc que la ligne du tunnel une fois arrêtée d'après l'épure dont les données seront fournies par la stratigraphie horizontale, il sera prudent de la suivre extérieurement par une série de coups de sonde très-rapprochés. Les points où la sonde, au lieu d'atteindre la formation crayeuse, accuserait des dépôts caillouteux, pourraient être l'objet de recherches plus approfondies, et, en tous cas, signaleraient les verticales dont l'approche réclamerait des précautions spéciales dans le percement de la galerie.

Je crois aussi qu'une étude circonstanciée des lignes de fracture observables dans les falaises et les tranchées de chemin de fer ou déterminées par les études de statigraphie verticale, aux abords de Calais et de Douvres, pourrait faire distinguer les alignements dont on doit particulièrement redouter la rencontre.

Une telle étude semble au moins recommandée par la coïncidence justificative qui m'a fourni le point de départ des présentes observations.

Je me permettrai, en terminant, de toucher une question technique. Ne semble-t-il pas qu'on doive s'efforcer d'obtenir du *jeu de la marée* la production de l'air comprimé qui sera nécessaire pour le percement et sans doute aussi pour l'exploitation ?

N'est-ce pas une entreprise comme celle du Tunnel qui doit déterminer l'utilisation industrielle de cet immense balancier que la nature fait sans cesse osciller autour de nous ?

Enfin, pour revenir à une question dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir la Société géologique et que j'ai soulevée récemment à la Société de Géographie, les études comme celle que MM. Larousse, Potier et de Lapparent ont exécutée sous la direction de M. Lavalley, n'apportent-elles pas un nouvel et puissant argument pour la fondation

d'une Société d'Hydrologie et pour la réunion des Sociétés des Sciences terrestres dans un établissement commun.

Je sais trop que les fondations sont des opérations ingrates, et que l'on est naturellement plus disposé à profiter de celles qui sont déjà faites qu'à en faire de nouvelles. Mais il faut espérer cependant que l'on trouvera les dévouements nécessaires pour une œuvre aussi opportune.

Le Trésorier présente les Comptes de l'exercice 1874-75 et le projet de Budget pour l'année 1875-76 tel qu'il a été voté par le Conseil dans sa séance du 29 novembre dernier :

Budget pour l'année 1875-76

(du 1er novembre 1875 au 31 octobre 1876).

RECETTES.

DÉSIGNATION des CHAPITRES.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES PRÉVUES pour 1874—75	RECETTES EFFECTUÉES en 1874—75	RECETTES PRÉVUES pour 1875—76
§ 1. Produits des réceptions et des cotisations.	1	Droits d'entrée et de diplôme	500 »	540 »	500 »
	2	Cotisations de l'année courante	9,000 »	9,911 30	9,900 »
	3	— arriérées	1,800 »	1,680 »	750 »
	4	— anticipées	300 »	487 20	450 »
	5	— à vie	800 »	1,570 »	1,200 »
§ 2. Produits des publications.	6	Vente du Bulletin et de la Table	1,000 »	1,456 63	1,500 »
	7	— des Mémoires	1,200 »	951 50	1,100 »
	8	— de l'Histoire des Progrès	80 »	94 60	80 »
	9	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin	»	34 »	»
	10	Allocation ministérielle	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	11	Souscription ministérielle aux Mémoires	600 »	600 »	600 »
§ 3. Recettes diverses.	12	Revenus	3,470 »	3,403 87	3,850 »
	13	Loyer, chauffage, éclairage des Sociétés météorologique, mathématique, de Chimie et philomathique	1,450 »	1,950 »	2,625 »
	14	Legs de M. de Verneuil	4,663 80	4,663 80	»
	15	Don de Mme Viquesnel	»	»	7,000 »
	16	Recettes diverses	50 »	101 70	50 »
		Totaux	25,913 80	28,444 62	30,605 »

DÉPENSES.

DÉSIGNATION des CHAPITRES.	N° des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues pour 1874—75	DÉPENSES effectuées en 1874—75	DÉPENSES prévues pour 1875—76
§ 1. Personnel....	1	Agent	»	»	»
	2	Garçon : Gages	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	3	— : Gratification	200 »	200 »	200 »
§ 2. Frais de logement.	4	Loyer ; contributions ; assurances.	4,600 »	4,445 66	4,590 »
	5	Chauffage ; éclairage	500 »	613 30	700 »
§ 3. Matériel.....	6	Mobilier	700 »	1,544 15	500 »
	7	Bibliothèque	1,000 »	627 30	1,000 »
	8	Bulletin : impression ; planches...	6,500 »	8,368 85	8,000 »
§ 4. Publications.	9	Bulletin : port	1,500 »	2,286 22	2,000 »
	10	Mémoires	3,000 »	2,208 23	3,000 »
§ 5. Dépenses diverses	11	Frais de bureau, de circulaires, etc.	1,000 »	1,158 70	1,000 »
	12	Ports de lettres	350 »	361 63	350 »
	13	Placement de cotisations à vie, du legs de M. de Verneuil, etc..	5,500 »	7,282 80	1,200 »
	14	Placement d'une partie du don de Mme Viquesnel	»	»	6,500 »
	15	Prix Viquesnel	»	»	300 »
	16	Souscription à l'érection d'une statue à M. Élie de Beaumont....	»	»	300 »
	17	Dépenses diverses	»	166 »	»
		Totaux	25,850 »	30,262 86	30,550 »

En résumé :

NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues pour 1874—75	RECETTES effectuées en 1874—75	RECETTES prévues pour 1875—76
§ 1. Produits des cotisations	12,400 »	14,188 50	12,800 »
§ 2. — des publications	3,880 »	4,136 75	4,280 »
§ 3. Recettes diverses	9,633 80	10,119 37	13,525 »
Totaux	25,913 80	28,444 62	30,605 »

Les recettes effectuées du 1er novembre 1874 au 31 octobre 1875 étant de 28,444f 62
L'encaisse au 31 octobre 1874 de 1,846 54

Le total général des recettes est de..... 30,291 16

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues pour 1874—75	DÉPENSES effectuées en 1874—75	DÉPENSES prévues pour 1875—76
§ 1. Personnel	1,200 »	1,200 »	1,200 »
§ 2. Frais de logement	5,100 »	5,058 98	5,200 »
§ 3. Matériel	1,700 »	2,171 45	1,500 »
§ 4. Publications	11,000 »	12,863 30	13,000 »
§ 5. Dépenses diverses	6,850 »	8,969 13	9,650 »
Totaux	25,850 »	30,262 86	30,550 »

Les recettes pour 1874-75 étant de	30,291f	16
Les dépenses de	30,262	86
Il restait en caisse au 31 octobre 1875	28	30
Les recettes prévues pour 1875-76 étant de	30,605	»
Le total général des recettes pour 1875-76 peut être évalué à	30,633	30
Les dépenses prévues étant de	30,550	»
L'excédant des recettes sur les dépenses au 31 octobre 1876 peut être évalué à	83	30

Les Comptes de l'exercice 1874-75 sont renvoyés à l'examen de la Commission de Comptabilité, et le projet de Budget est adopté par la Société.

M. Mallard fait la communication suivante :

Des **Oscillations séculaires** *des* **Glaciers** *et des* **variations** *qu'elles accusent dans les éléments* **météorologiques** *du* **Globe**,

par M. Er. **Mallard.**

Si l'on représente par n la quantité de neige tombée pendant une année sur la surface du bassin hydrographique d'un glacier, par k un certain coëfficient tel que kc soit la portion absorbée par le glacier, de la quantité de chaleur, c, versée pendant la même année sur sa surface, la longueur moyenne, l, du glacier pendant l'année peut être regardée comme proportionnelle à $n—kc$.

Les glaciers peuvent donc être considérés comme de vastes appareils enregistrant avec fidélité les variations qui se produisent dans l'état météorologique du massif montagneux où ils sont placés. On n'a pas encore, à ma connaissance, tiré grand parti de cette remarque déjà ancienne, et la raison en est qu'il est difficile de démêler, dans le déplacement de l'extrémité inférieure d'un glacier, c'est-à-dire dans la variation de l, la part qui revient à chacune des deux quantités n et c. Lorsqu'on constate, par exemple, qu'un glacier recule, on ne saurait dire si cette rétrogradation est due à une augmentation de la quantité de chaleur c, ou à une diminution de la quantité de neige n, ou encore à une variation simultanée de ces deux éléments.

La difficulté peut disparaître, comme on va le voir, lorsque, au lieu de se borner à l'étude d'un seul glacier, on entreprend la comparaison de tous ceux d'une même chaîne.

On sait que, parmi les glaciers des Alpes, les uns, de beaucoup les plus nombreux, sont actuellement en voie de rétrogradation, tandis que les autres, en petit nombre, paraissent être au contraire en voie d'augmentation. Parmi ces derniers se trouve, suivant Agassiz, le glacier de l'Aar, célèbre dans la science par les belles observations de Hugi, d'Agassiz, de Dollfus-Ausset, etc.

La cause principale de cette opposition singulière dans la marche des glaciers frappe immédiatement les yeux de l'observateur. Elle n'a échappé ni à de Saussure, ni à Agassiz.

Les glaciers en voie de rétrogradation sont tous, en effet, à forte pente. Leur cours est, en quelque sorte, torrentueux ; ils présentent des ressauts brusques et de véritables cascades de glace ; les crevasses y sont naturellement nombreuses et considérables. Les débris rocheux charriés à la surface s'engloutissent dans ces fissures béantes et vont, avant d'avoir fait un long parcours, augmenter la moraine profonde. La partie terminale de ces glaciers a donc sa surface presque complétement découverte, et la glace, soumise, sans aucun abri protecteur, à l'action de la chaleur estivale, très-énergique dans ces régions relativement peu élevées, se trouve dans des conditions particulièrement propres à absorber cette chaleur et à fondre sous son influence.

Les glaciers de cette catégorie sont les plus nombreux de nos jours, où l'appareil glaciaire est relégué dans la partie la plus haute des massifs montagneux. On doit y ranger la plupart des glaciers des Alpes, tels que ceux du Mont-Blanc, celui du Rhône, les glaciers secondaires affluents de celui de l'Aar, etc.

Les glaciers que l'on signale comme étant en voie actuelle d'augmentation sont au contraire à faible pente, au moins dans la plus grande partie de leur cours. Ils ne présentent ni cascades ni crevasses considérables. Tous les débris rocheux accumulés à leur surface y demeurent donc et viennent former, à leur extrémité, un manteau épais qui recouvre à peu près complétement la glace et la soustrait en partie à la fusion estivale.

Tel est le glacier de l'Aar, qui, sur une longueur de 3 600 mètres à partir de son extrémité inférieure, ne présente que 66 hectares de glace découverte, tandis que 280 hectares sont recouverts par la moraine et si bien garantis contre la chaleur de l'été, que la surface en est de près d'une dizaine de mètres au-dessus de celle de la glace libre.

C'est à cette cause, et à cette cause seule, qu'est due l'opposition entre la rétrogradation des premiers glaciers et l'empiétement des seconds. Ce point capital me semble établi rigoureusement par l'observation qui montre que tous les glaciers à surface libre rétrogradent, que les seuls glaciers qui avancent sont ceux qui ont leur surface couverte de débris,

et cela quelle que soit la position de ces glaciers, quelle que soit l'orographie de la chaîne dont ils font partie, quelles que soient les différences qui peuvent exister dans leurs conditions météorologiques. C'est ainsi que des glaciers éloignés les uns des autres, dans des situations orographiques très-diverses, mais présentant cet élément commun, que leur surface est libre, comme sont celui du Rhône, ceux du Mont-Blanc, les glaciers secondaires de l'Aar, sont tous en voie de décroissance, tandis que des glaciers très-voisins, comme celui de l'Aar d'une part, celui du Rhône et les glaciers affluents de celui de l'Aar de l'autre, ont une marche opposée en même temps qu'un état de la surface différent.

On peut donc conclure que, si nous pouvions débarrasser soudainement le glacier de l'Aar du manteau qui protége contre la chaleur une grande partie de sa surface inférieure, la marche de ce glacier changerait immédiatement de sens.

Si l'on admet cette conclusion, qui me paraît se dégager avec la plus grande netteté de tous les faits connus, on en déduit aisément des conséquences intéressantes.

Considérons d'abord le glacier de l'Aar dans son état actuel. Sa longueur moyenne pendant une année, l, est proportionnelle à

$$n-kc.$$

Pendant l'année suivante n et c sont devenus n' et c', k est resté le même, et la longueur moyenne l' est proportionnelle à

$$n'-kc'.$$

Le glacier étant d'ailleurs en voie d'empiétement, on pourra écrire l'inégalité

$$(1)\ n-n'-k\,(c-c') < o.$$

Considérons maintenant, pendant les deux mêmes années, l'état d'un glacier hypothétique qui ne différerait du précédent que par la suppression de la moraine superficielle terminale. Les quantités n, n', c, c', restent les mêmes, mais le coëfficient k est devenu plus grand, puisque la chaleur absorbée est plus considérable. Nous supposerons que k est devenu $k+l$. L'inégalité (1) a d'ailleurs changé de sens, puisque le glacier, dans son nouvel état, doit rétrograder. On pourra donc écrire :

$$n-n'-(k+l)\,(c-c') > o,$$

ou :

$$(2)\ [n-n'-k\,(c-c')]-l\,(c-c') > o.$$

Or $n-n'-k\,(c-c')$ étant négatif d'après l'inégalité (1), l'inégalité (2) ne peut être satisfaite que si l'on a :

$$c-c' < o, \text{ ou } c' > c.$$

L'inégalité (1), lorsqu'on y suppose $c—c' < o$, donne d'ailleurs :

$$n—n' < o, \text{ ou } n' > n.$$

En d'autres termes, les phénomènes que présentent les glaciers des Alpes montrent qu'*actuellement les conditions météorologiques du massif alpin sont en voie de modification incessante. Cette modification est de telle nature que les années successives sont toujours de plus en plus chaudes et en même temps de plus en plus neigeuses.* Il y a d'ailleurs, dans l'augmentation simultanée de la quantité de chaleur et de la quantité de neige annuelles, un certain rapport déterminé, qui permet que les inégalités (1) et (2) soient satisfaites à la fois.

Il serait intéressant de savoir depuis quelle époque les changements dans la météorologie des Alpes suivent la marche que je viens de préciser. Malheureusement je ne possède pas les éléments nécessaires à la solution de cette question.

On sait que le même glacier, après une longue période d'accroissement, présente une période non moins longue de rétrogradation. Ces oscillations séculaires ne sont évidemment que la manifestation d'oscillations séculaires dans l'état météorologique de notre globe, tout à fait comparables à celles que présente le magnétisme terrestre.

L'observation attentive des glaciers me paraît particulièrement propre à l'étude de ces curieuses oscillations séculaires, que l'on peut rapprocher, d'une part, des oscillations mensuelles signalées par les belles recherches de M. Charles Sainte-Claire-Deville, et, de l'autre, de la grande modification météorologique qui a fait passer notre planète de l'état humide de la période glaciaire à l'état relativement sec qui règne de nos jours.

C'est en effet dans un changement dans l'état météorologique général du Globe, que l'on doit chercher, à mon avis, la cause de l'extension si considérable qu'ont à la même époque présentée tous les glaciers terrestres. Toutefois bien des causes secondaires peuvent avoir contribué à cette extension, et les remarques qui précèdent me conduisent naturellement à en signaler une qui me paraît avoir quelque importance.

J'ai fait voir, en effet, après de Saussure et Agassiz, que les glaciers recouverts par leurs moraines sur une notable étendue de leur surface, ont une ablation estivale moindre et, par conséquent, une étendue plus considérable, toutes choses égales d'ailleurs, que les glaciers découverts. J'ai montré, en outre, que les glaciers à pente faible et régulière sont nécessairement recouverts par leurs moraines sur une étendue qui dépend de la quantité de débris rocheux fournis par les versants.

Or, ces grands glaciers de la période glaciaire, qui, partant de mon-

tagnes à peine plus élevées que de nos jours, se prolongeaient jusque près de Lyon, devaient réaliser précisément les conditions précédentes. La pente en était très-faible et par conséquent très-régulière. Les débris rocheux fournis par les versants devaient, en outre, être beaucoup plus abondants qu'ils ne le sont de nos jours. Non-seulement, en effet, le climat pluvieux qui régnait certainement à cette époque agissait plus énergiquement pour désagréger les montagnes émergentes, mais, de plus, ces montagnes, moins vieilles, n'avaient pas encore pris un état d'équilibre aussi stable que l'état actuel, et cédaient bien plus aisément aux causes de dégradation agissant sur elles.

Nous pouvons donc affirmer que les glaciers anciens étaient recouverts complètement par leurs moraines sur une partie considérable de leur surface. Soustraits ainsi partiellement à l'ablation estivale, ils devaient se prolonger, à conditions météorologiques égales, beaucoup plus loin que ne le font les glaciers actuels, presque tous découverts. Si l'on prend en considération cette influence de la moraine superficielle, l'excès de pluie hibernale, ou la diminution de chaleur estivale, qu'il est nécessaire d'attribuer à la période glaciaire pour l'explication des faits observés, deviennent moins considérables.

Dans tous les cas, les glaciers anciens ayant été surtout sensibles à la quantité de neige hibernale, c'est à l'augmentation de cet élément météorologique qu'il faut principalement avoir recours pour expliquer les phénomènes de la période glaciaire, qui a été ainsi plutôt pluvieuse que chaude. Cette conclusion est d'accord avec tous les faits connus.

Observations *sur la note de* **M. Mallard,**
par M. L. **Gruner** (1).

La question du recul et de l'avancement des glaciers est fort complexe. M. Mallard rappelle, dans sa note, que le plus grand nombre des glaciers alpins se retirent depuis un certain nombre d'années; que quelques autres, par contre, ont fait de sensibles progrès pendant le même temps, en particulier celui de l'Aar dans l'Oberland Bernois. M. Mallard cherche à montrer, par le rapprochement de deux inégalités, que ce double phénomène, en apparence contradictoire, s'expliquerait aisément si l'on admettait, d'une part, que, dans la période actuelle, le Soleil fournit à la Terre (ou plutôt à la région alpine) plus

(1) Par décision de la Commission du *Bulletin*, ces observations, lues à la séance du 20 décembre, ont été reportées à la séance précédente, du consentement de M. Mallard.

de chaleur que pendant la période antérieure de l'avancement général des glaciers, et que, d'autre part, les chutes de neige ont été plus abondantes dans ces dernières années que dans la période antérieure.

Avant de discuter la théorie même de M. Mallard, consultons les faits.

Voyons d'abord ce que l'on sait sur le recul ou sur le progrès des glaciers de nos Alpes ; en second lieu, ce que l'observation nous apprend sur les variations de la température et des chutes de neige dans ces montagnes.

Sur la première question, je citerai spécialement le témoignage de deux de nos confrères, MM. Ch. Martins et de Billy, qui tous deux ont souvent visité les hautes régions des Alpes. J'y joindrai des renseignements de date plus récente, que je dois à l'obligeance de M. le Professeur Studer, l'éminent Directeur de la belle Carte géologique de la Suisse.

M. Ch. Martins a publié, en 1866, une intéressante note sur les glaciers de Chamonix dans la *Bibliothèque universelle de Genève* (1). Le savant professeur y constate que tous les glaciers du Mont-Blanc ont plus ou moins progressé jusqu'en 1854; qu'en particulier le glacier des Bossons avançait encore très-rapidement en 1851, et menaçait alors de barrer l'Arve : en un seul mois, du 18 mai au 18 juin 1851, il s'était allongé de 31 mètres. Vers 1854 les progrès cessèrent ; la fusion de la glace gagna de vitesse l'avancement normal. En 12 ans (de 1854 à 1865), le recul du glacier des Bossons fut de 322 mètres, et son *ablation*, non loin de son extrémité inférieure, de 80 mètres. Dans le même laps de temps, le glacier des Bois a reculé de 188 mètres, celui de l'Argentière de 181, celui du Tour de 520. Enfin, l'ablation de la Mer de glace, en amont du passage des *Ponts*, atteignait déjà, en 1865, une hauteur de 20 mètres.

Depuis lors le retrait des glaciers de Chamonix a été continu et semble même s'être accéléré ces dernières années. Tous les membres de la Société qui ont assisté à la réunion extraordinaire de 1875 en ont été frappés. L'ablation de la Mer de glace, au-dessus du Montanvers, doit approcher aujourd'hui de 80 à 100 mètres. Aussi M. Tyndall, dans l'une de ses récentes publications, entrevoit-il déjà le moment où nos beaux glaciers pourraient ne plus être bientôt qu'un lointain souvenir. Sans aller aussi loin, il est certain que depuis vingt ans plusieurs des glaciers du Mont-Blanc ont reculé de 500, 600 et même 800 mètres (2).

M. Ch. Martins a constaté en 1865 un semblable amoindrissement

(1) Section des *Archives des Sciences physiques*, 5e série, t. XXVI, p. 214.

(2) D'après une note que je viens de recevoir de M. Venance Payot, les trois glaciers des Bossons, des Bois et du Tour se seraient même retirés d'au moins mille mètres, et l'ablation de la Mer de Glace, sous le Montanvers, dépasserait 100 mètres.

sur le versant opposé du Mont-Blanc, dans l'Allée-Blanche, ainsi que vers le haut de la chaîne, au col du Géant. Le savant professeur déclare, en terminant, mais sans citer de chiffres à l'appui, que le retrait général des glaciers doit être attribué aux *faibles chutes de neige pendant le cours des derniers hivers et à la chaleur exceptionnelle des étés.*

M. de Billy, si inopinément enlevé à sa famille et à ses nombreux amis par un fatal accident, a, de son côté, observé des faits analogues dans d'autres parties des Alpes. Dans le compte-rendu de la séance du 3 décembre 1866 (1) nous lisons :

« A la suite des étés chauds et secs de 1863, 1864, 1865, j'ai pu » constater un amoindrissement général et considérable des glaciers » dans les chaînes du Mont-Blanc, du Valais, de l'Oberland Bernois, » des Grisons et du Tyrol. » — Il faut ajouter cependant, dit M. de Billy, que certains glaciers, quoique voisins, offrent des changements inverses. Tels sont les glaciers du Gorner et de Findelen dans la vallée de Zermatt. Entrons à ce sujet dans quelques détails, car on trouve ici précisément ce contraste, au moins apparent, qui a frappé M. Mallard.

Le glacier de Findelen reculait déjà en 1844, et s'est surtout retiré rapidement à partir de l'année 1851. Par contre, le glacier du Gorner, séparé du précédent par une simple crête rocheuse, connue sous le nom de Riffelhorn et de Gornergrat, continuait à avancer pendant ces mêmes années et progressait de 22 mètres en 1853. Dès lors, pourtant, ses progrès se ralentirent. En 1856 et 1857 l'avancement annuel ne fut plus que de 2 à 3 mètres ; puis il cessa tout à fait vers 1859, après une période d'accroissement continu dont la durée a été de 60 années. En 1866 M. de Billy constata lui-même que la marche rétrograde était là aussi nettement accusée qu'au glacier de Findelen et ailleurs. Ce recul ne s'est pas arrêté depuis lors. D'après les documents que M. Studer vient de me transmettre, le Curé de Zermatt affirmait dès 1870, dans un recueil scientifique qui se publie à Zurich (2), que le glacier du Gorner se retire depuis plusieurs années comme tous les autres glaciers de la contrée. Enfin M. Lindt, le Président du Club alpin Bernois, qui a escaladé le Cervin, près de Zermatt, en 1875, a été frappé, lors de cette ascension, de l'énorme recul du glacier du Gorner dans le cours des dernières années. De l'ensemble de ces documents, il suit finalement qu'entre deux glaciers voisins, comme ceux de Findelen et du Gorner, la marche de la glace peut sembler en désaccord pendant quelque temps ; que ce désaccord peut même se prolonger pendant 15 années (1844 à 1859) ; mais qu'après tout c'est un

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 103.
(2) *Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich*, t. XV.

simple *retard* de l'un des glaciers sur l'autre, non une sorte d'*alternance* plus ou moins périodique.

Il en est de même du glacier de l'Aar, sur le versant nord du Grimsel, comparé au glacier du Rhône, sur le versant sud. Le grand glacier de l'Aar, bien connu par les séjours prolongés qu'y firent Agassiz et Dollfus-Ausset, avançait encore lorsque déjà, depuis plusieurs années, celui du Rhône se retirait notablement ; mais là aussi c'est un simple retard et non une alternance, retard qu'expliquent, comme nous le verrons, la situation et l'encaissement si différents des deux glaciers. M. Studer m'écrit que le guide Sulzer, de Guttanen, dont le dire mérite toute confiance, vient de l'informer « que le glacier de » l'Aar a reculé en 1875 d'au moins 30 à 40 pas (20 à 30 mètres), et » que son ablation est encore plus évidente que son retrait. »

Ainsi, en résumé, le fait de l'amoindrissement des glaciers est général dans les Alpes. On en trouverait au besoin la confirmation dans les nombreux récits d'ascension que publient les Clubs alpins. M. Tyndall s'en est fait l'écho dans la phrase précédemment citée. Mais, si l'amoindrissement des glaciers est général, il est tout aussi vrai que la rétrogradation n'est pas identique pour tous : elle est plus rapide sur certains points que sur d'autres ; elle se manifeste plus tôt ou plus tard, selon les lieux. Or, les causes de ces différences ne me paraissent pas difficiles à signaler. M. Mallard en indique une, que M. de Billy avait déjà mentionnée : c'est l'accumulation plus ou moins grande des débris de roches à la surface des glaciers. Les roches protégent la glace contre la fusion ; c'est le cas du glacier du Gorner, plus couvert que celui de Findelen, et c'est le cas surtout du glacier de l'Aar, dont la surface, sur deux à trois kilomètres de longueur, est presque horizontale et entièrement ensevelie sous un manteau de roches et de débris sableux, tandis que celui du Rhône est complétement à nu.

Une deuxième cause qui doit influer sur les progrès et le recul des glaciers est l'étendue relative de leurs bassins d'alimentation. MM. Ch. Martins et de Billy font tous deux remarquer qu'un glacier qui a de nombreux et de longs affluents doit être moins sensible aux variations du climat, que celui dont le champ de neige est restreint. Sous ce rapport, les glaciers du Gorner et de l'Aar diffèrent notablement de ceux de Findelen et du Rhône, dont les affluents sont peu nombreux et peu étendus.

Une troisième cause qui modifie diversement la marche des glaciers est leur orientation et leur encaissement. M. de Billy fait remarquer que les deux glaciers de Findelen et du Gorner sont dirigés de l'est à l'ouest, mais que ce dernier se détourne vers le nord dans sa partie basse, qui se trouve ainsi moins exposée aux rayons directs du soleil de

l'après-midi que le glacier de Findelen. Ce dernier est d'ailleurs protégé contre les vents du nord par une haute crête rocheuse, qui réfléchit de plus sur la glace le vent du sud et les rayons solaires du milieu du jour. En un mot, un glacier tourné au midi ou à l'ouest, librement exposé aux vents du sud, fondra plus rapidement vers son extrémité inférieure, lors d'une série d'étés chauds et secs, qu'un glacier s'abaissant vers le nord ou vers l'est, et plus ou moins protégé par de hautes cimes contre la puissante action des vents du sud.— Eh bien, c'est cette différence d'orientation et d'encaissement qui a pu contribuer aussi au long retard du glacier de l'Aar sur celui du Rhône. Le glacier de l'Aar court de l'ouest à l'est, et même vers l'est-nord-est dans sa partie inférieure ; de plus, il se trouve bordé sur ce point, le long de sa lisière sud, par les hautes crêtes du Siedelhorn, tandis que le glacier du Rhône est directement exposé au midi et se trouve à l'abri des vents du nord. Si l'on joint à cela la différence d'altitude et la circonstance, déjà mentionnée, du manteau de roches qui couvre le glacier de l'Aar ; si, enfin, on observe que sur le versant nord du Grimsel les brouillards sont beaucoup plus fréquents que sur le versant sud, dans la vallée du Rhône, on ne sera plus étonné de la différence de régime des deux glaciers.

En résumé, il suit de tout ce qui précède que deux glaciers voisins peuvent bien ne pas toujours marcher d'accord, mais que la persistance des mêmes causes générales finit pourtant par produire des effets identiques d'avancement ou de retrait. — Or, quelles sont les causes qui ont amené depuis vingt ans le retrait général des glaciers ? MM. Martins et de Billy mentionnent la succession de plusieurs étés exceptionnellement chauds et la rareté relative des chutes de neige dans les Alpes. Il semble bien, même *à priori*, qu'on ne peut guère chercher ailleurs les causes prédominantes de l'amoindrissement des glaciers, mais, pour conclure d'une façon positive, il convient de citer des observations précises. Heureusement nous pouvons ici recourir aux tableaux annuels dressés, avec le plus grand soin, par M. le professeur Éd. Plantamour, dans les *Archives de Physique* de la *Bibliothèque universelle de Genève.*

Outre ces tableaux annuels, M. Plantamour a publié un résumé général, sous le titre de *Climat de Genève,* qui comprend la période des 35 années écoulées de 1826 à 1860 ; de plus, on lui doit un autre résumé analogue concernant le Saint-Bernard, pour les vingt années 1841 à 1860. Ce dernier résumé a paru dans le tome XIII de la 5e série de la *Bibliothèque universelle de Genève,* et M. A. de la Rive a rendu compte de l'ouvrage spécial sur le climat de Genève, dont je viens de parler, dans le tome XIX du même recueil.

De ces résumés et de quelques notes manuscrites que je dois à l'extrême obligeance de M. Plantamour, il résulte que l'observatoire du Saint-Bernard est situé à 2 475 mètres au-dessus de la mer, soit à 2 070 mètres au-dessus de celui de Genève ; et que ce dernier est à 33 mètres au-dessus du lac, ou à 405 mètres au-dessus de la mer.

Or, la température annuelle moyenne de Genève (station de l'Observatoire) pour la période 1826-1860 est de.....+9° 16

Tandis que celle du Saint-Bernard pour la période 1841-1860 est de.....—2° 04

Les chutes d'eau annuelles ont été, en moyenne, à Genève, pour 1826-1860, de 0m 825

Et au Saint-Bernard, pour 1841-1860, de..... 1m 287

Enfin les hauteurs accumulées des chutes de neige successives sont, au Saint-Bernard, de 10 mètres par année pour la période des vingt années 1841-1860.

Ce dernier chiffre, plusieurs fois cité par M. Plantamour, ne peut cependant être considéré comme tout à fait rigoureux, à cause de l'extrême difficulté qu'oppose aux mesures précises l'action du vent. Le savant professeur serait même tenté de considérer aujourd'hui les 10 mètres comme dépassant la moyenne réelle. — Eh bien! comparons maintenant à ces moyennes celles qui résultent des résumés annuels relatifs aux 14 dernières années, 1861-1874. Je les reproduis ci-dessous (p. 79 et 80), telles que je les ai extraites de la *Bibliothèque universelle de Genève*, en citant, pour chaque année, le numéro du volume, et en plaçant, dans la colonne des observations, le jugement porté par M. Plantamour sur le caractère spécial de sécheresse ou d'humidité, de chaleur extrême ou de froid, des diverses années.

Si nous comparons les moyennes antérieures aux moyennes des 14 dernières années, nous trouverons les résultats suivants :

Comme *température moyenne*, on a, pour 1861-1874, à Genève + 9°79 au lieu de + 9°16, soit un excès de 0°63; et au Saint-Bernard — 1°12 au lieu de — 2°04, soit un excès de 0°92.

Les chutes d'eau furent en moyenne, dans la même période, à Genève de 0m741 contre 0m825, soit, en moins, 0m084 ; et au Saint-Bernard de 1m083 contre 1m287, soit, en moins, 0m204.

Enfin les chutes de neige s'abaissent au Saint-Bernard de 10 mètres à 4m846, en sorte que, même en admettant que les 10 mètres soient trop élevés comme moyenne, on n'en doit pas moins conclure qu'il est tombé annuellement à peu près moitié moins de neige dans les années 1861-1874 que dans la période antérieure de 1841 à 1860.

On le voit, ces chiffres confirment pleinement les assertions géné-

Tableau des températures.

ANNÉES.	TEMPÉRATURES MOYENNES ANNUELLES de GENÈVE	TEMPÉRATURES MOYENNES ANNUELLES du St-BERNARD	OBSERVATIONS EXTRAITES DES RÉSUMÉS ANNUELS DE M. PLANTAMOUR.
1861	+ 9°71	— 1°26	Année chaude, plus sèche que les 12 années antérieures (t. XV).
1862	10°30	— 0°61	Année très-chaude: depuis 1826 une seule année plus chaude; le petit lac du Saint-Bernard a été débarrassé de sa glace 35 jours plus tôt que de coutume (t. XVIII).
1863	10°15	— 0°74	Année exceptionnellement chaude; ciel plus souvent serein qu'à l'ordinaire (t. XX).
1864	9°08	— 1°63	A Genève température ordinaire, mais année très-sèche; au Saint-Bernard temps plus doux qu'à l'ordinaire (t. XXIII).
1865	10°10	— 1°15	Année très-chaude; depuis 17 ans aucun mois de juin aussi sec; année très-sèche comme celle de 1864 (t. XXVI).
1866	10°05	— 0°93	Année exceptionnellement chaude; hiver surtout très-doux. Dans le résumé de cette année, M. Plantamour ajoute que la période de 1861 à 1865 est *exceptionnelle* comme température élevée (t. XXX).
1867	9°96	— 0°55	Hiver exceptionnellement doux, comme les précédents (t. XXXIII).
1868	9°93	— 1°17	Été plus chaud que de coutume; année sèche, chaude, comme les années précédentes depuis 1861. Cette série de 8 années présente une élévation soutenue de la température (t. XXXVI).
1869	10°26	— 0°88	Hiver remarquablement doux; année très-sèche. Le lac du Saint-Bernard a été débarrassé de ses glaces un mois plus tôt que de coutume (t. XXXIX).
1870	9°59	— 1°80	Année moyenne pour la température, mais très-sèche; vents du nord prédominants (t. XLII).
1871	8°88	— 1°88	Un des hivers les plus froids à Genève depuis 46 ans, mais année sèche. (Il est question de l'année qui commence au 1er décembre 1870.) (t. XLV).
1872	9°41	— 1°31	Année humide, mais peu de neige (t. XLVIII).
1873	10°21	— 0°97	Depuis 1826 seulement six années plus chaudes; année ordinaire pour l'humidité (t. LI).
1874	9°45	— 0°87	Année plus chaude que la moyenne; année sèche. Au Saint-Bernard hiver notablement plus chaud que de coutume (t. LIV).
Moyennes des 14 années 1861-1874	+ 9°79	— 1°12	

Pour que chaque année comprenne un hiver *entier* et non *deux fractions d'hiver*, les moyennes ci-dessus vont en réalité du 1er décembre d'une année au 30 novembre de l'année suivante.

Tableau des quantités d'eau tombées.

ANNÉES.	CHUTES D'EAU ANNUELLES à GENÈVE	CHUTES D'EAU ANNUELLES au St-BERNARD	CHUTES DE NEIGE ANNUELLES AU St-BERNARD.	OBSERVATIONS EXTRAITES DES RÉSUMÉS ANNUELS DE M. PLANTAMOUR.
1861	0m858	0m969	7m374	Année plus sèche que les 12 années antérieures. Au Saint-Bernard il n'est tombé sous forme de neige que les deux tiers de la moyenne antérieure.
1862	0 746	0 937	5 530	Eau et neige, tombées au Saint-Bernard, fort au-dessous de la moyenne.
1863	0 865	1 329	4 390	Le vent du S.-O. a soufflé plus que de coutume. La hauteur d'eau tombée au Saint-Bernard est considérable, mais faible, en hiver, sous forme de neige.
1864	0 648	1 577	4 270	Année sèche à Genève; au Saint-Bernard pluies abondantes en été, mais peu de neige en hiver.
1865	0 686	1 076	5 068	Année très-sèche, comme la précédente; peu de neige au Saint-Bernard et à Genève.
1866	0 969	1 264	6 213	Baromètre plus élevé que de coutume. Été pluvieux à Genève, mais non au Saint-Bernard.
1867	0 666	1 094	5 750	Baromètre au-dessus de la moyenne ordinaire au Saint-Bernard. Chutes de neige et de pluie peu abondantes.
1868	0 681	1 076	2 507	Année sèche; pression atmosphérique élevée. Les vents du nord-est prédominent. Neiges presque insignifiantes au Saint-Bernard.
1869	0 421	1 130	5 290	Année sèche; à Genève très-peu de neige.
1870	0 731	0 946	4 141	Année très-sèche. Les vents du N.-E. prédominent. Au Saint-Bernard moins de moitié de la quantité normale de neige.
1871	0 687	0 815	3 160	Année sèche; hiver froid; mais peu de neige au Saint-Bernard.
1872	1 086	1 206	5 046	Année humide, très-pluvieuse à Genève; mais il est tombé au Saint-Bernard très-peu de neige en décembre 1871, janvier et février 1872.
1873	0 763	1 024	5 706	Baromètre plus bas que de coutume. Peu de neige à Genève.
1874	0 561	0 726	3 375	Année sèche. Prédominance des vents du nord et du nord-est. Très-peu de neige en hiver.
Moyennes des 14 années 1861-1874	0m741	1m083	4m846	

rales de MM. Martins et de Billy. Il est positif que depuis quinze ans la température s'est élevée, dans les Alpes, de près de 1° C. au-dessus de la moyenne des vingt années antérieures, que l'atmosphère y est plus sèche, que les chutes d'eau y sont moindres, que les chutes de neige en particulier ont éprouvé une considérable réduction. — Le phénomène de l'amoindrissement général des glaciers depuis vingt ans est une conséquence évidente, et l'on peut ajouter une confirmation éclatante, de l'exactitude des observations météorologiques faites à Genève et au Saint-Bernard.

Remarquons enfin que la situation du Saint-Bernard, entre le massif du Mont-Blanc et celui des Alpes suisses, donne aux observations que l'on y fait depuis si longtemps une très-grande valeur, puisqu'elle permet de considérer les résultats auxquels conduisent ces observations comme une sorte de moyenne entre les données qui se rapportent au Mont-Blanc et celles qui concernent les Alpes suisses.

Si maintenant nous revenons à la théorie de M. Mallard, nous serons obligés de constater qu'elle n'est pas conforme aux faits, ou, du *moins*, que M. Mallard a supposé un état de choses qui ne s'est pas réalisé dans les Alpes. Il n'y a pas eu *discordance* réelle dans la marche des glaciers voisins, mais simplement *retard* de l'un sur l'autre. L'accroissement de la température coïncide toujours, d'une manière frappante, avec la diminution des chutes de neige.

J'observerai, en outre, que l'on peut difficilement admettre l'invariabilité du coefficient k, qui exprime, dans les formules de M. Mallard, pour un glacier couvert de roches, le rapport entre la chaleur absorbée par la fusion de la glace et la chaleur totale fournie par le Soleil. Ce rapport varie avec la sécheresse de l'air. On sait, en effet, que ce qui hâte surtout, dans les Alpes, la fusion de la glace et de la neige, c'est le vent *sec* et chaud du midi, le *Foehn*. « *Le Foehn dévore la neige,* » dit le montagnard de la Suisse allemande. Pour une proportion égale de chaleur, fournie dans un temps donné par le Soleil, le coefficient k sera d'autant plus grand que l'air est plus *sec ;* or, les observations de M. Plantamour constatent précisément, comme le démontrent les tableaux ci-dessus, que les dernières années ont été remarquables non-seulement par leur chaleur, mais encore par leur sécheresse. Il est, enfin, évident que la prédominance de la sécheresse sur l'action directe des rayons solaires doit se faire surtout sentir là où les glaciers sont couverts de roches.

Mais si le coefficient k n'est pas invariable, comme je pense l'avoir établi, il me paraît difficile de pouvoir conclure des inégalités en question les conséquences que M. Mallard en a tirées. En tous cas, on ne peut savoir, *à priori,* ce qui arriverait si, par le fait d'une plus grande

humidité atmosphérique, l'accroissement de la température moyenne coïncidait avec des chutes de neige plus abondantes. Mais cette coïncidence même me paraît peu probable. L'humidité plus grande amène, il est vrai, de plus abondantes chutes d'eau ; seulement, à cause de la température plus élevée, ce sont les pluies et non les chutes de neige qui tendent à croître. C'est précisément ce qui est arrivé au Saint-Bernard, dans les années chaudes de 1863 et 1864, pendant lesquelles les chutes d'eau ont été supérieures à la moyenne des vingt années antérieures, tandis que les chutes de neige n'atteignent même pas 4m40, c'est-à-dire moins de la moitié de la moyenne antérieure de 10 mètres.

Réponse *aux observations de M.* **Gruner,** par M. **Mallard** (1).

Je regrette beaucoup de me trouver en contradiction avec une autorité aussi haute et aussi respectée que celle de M. Gruner. Ses critiques n'ont point cependant ébranlé ma confiance dans l'exactitude de mes conclusions, et je lui demanderai la permission de répliquer aussi brièvement qu'il me sera possible.

Il y a deux choses principales dans la communication de M. Gruner.

D'une part, il croit pouvoir montrer, au moyen d'observations météorologiques tirées des recueils suisses, que mes conclusions sont fausses ; j'explique, en effet, l'opposition entre la marche du glacier de l'Aar et celle du glacier du Rhône par l'hypothèse que les étés successifs sont plus chauds et les hivers *plus* neigeux, tandis que l'observation montre que *depuis 1861* les étés successifs sont plus chauds, *en même temps* que les hivers sont *moins* neigeux.

D'autre part, M. Gruner n'admet pas qu'il y ait une réelle *discordance* entre la marche des glaciers d'une même chaîne. Il pense que ces glaciers peuvent avoir, il est vrai, des marches différentes pendant des temps plus ou moins longs ; mais l'accord finit par s'établir, et il ne voit dans ces phénomènes que de simples *retards* d'un glacier par rapport à l'autre. Il fait remarquer, à l'appui de son opinion, que, d'après une observation fort intéressante et, je crois, inédite, qui lui a été communiquée par M. Studer, *le glacier de l'Aar est actuellement, comme celui du Rhône, en voie de décroissance, et que cette décroissance paraît maintenant générale dans tous les glaciers des Alpes.*

Il résulte, ce me semble, de cette simple analyse, que mes conclusions

(1) Cette réponse, remise à la séance du 3 avril 1876, a été reportée à cette place, du consentement de M. Gruner.

ne sont nullement infirmées par les observations rapportées par M. Gruner. Tous les glaciers des Alpes sont *actuellement*, dit-il, en voie de décroissance ; aussi les observations météorologiques constatent-elles aujourd'hui à la fois l'accroissement de la chaleur de l'été et la décroissance des pluies d'hiver. Cela n'est aucunement en contradiction avec ce que j'ai dit. J'ai eu tort seulement de supposer encore existante une discordance qui a pris fin, paraît-il, depuis plusieurs années, mais qui a duré très-longtemps. Mes conclusions ne seraient infirmées que si, *pendant la période fort longue où le glacier du Rhône et celui de l'Aar ont eu des marches opposées*, on constatait dans les éléments météorologiques des variations semblables à celles qui ont été observées depuis 1861. C'est ce qui ne résulte nullement du travail de mon savant contradicteur.

M. Gruner ne conteste pas d'ailleurs que pendant longtemps il y ait eu, dans la marche des différents glaciers des Alpes, de véritables discordances. Tout le monde sait, en effet, que le glacier de l'Aar, sur lequel j'ai raisonné de préférence parce qu'il est le mieux connu, a avancé pendant plus d'un siècle ; sa rétrogradation, que j'apprends par la note de M. Gruner, ne date que de quelques années à peine, tandis que le glacier du Rhône est depuis fort longtemps en voie de recul. Il est vrai que M. Gruner donne à ces discordances le nom de *retards*. Je ne vois pas, dans ce changement de nom, une véritable explication du phénomène. Comme c'est cette explication que j'avais eue principalement en vue, je demande la permission de revenir sur ce que M. Gruner veut bien, en exagérant avec beaucoup de bienveillance la portée de mes remarques, appeler ma théorie, et à bien préciser ma pensée en la développant un peu.

On explique généralement les discordances de marche des glaciers par les circonstances variables dans lesquelles ils sont placés : les uns ont une surface plus découverte, les autres sont plus chargés de moraines ; les uns sont tournés au nord, les autres au midi ; les uns sont exposés à des pluies plus fréquentes que celles que reçoivent les autres. M. Gruner lui-même semble admettre des explications de ce genre.

Or il me semble qu'elles sont radicalement insuffisantes.

Supposons, en effet, des glaciers d'une même chaîne, aussi différents les uns des autres que l'on voudra ; supposons que la répartition des climats soit extrêmement inégale pour chacun d'eux, que les uns reçoivent autant de neige et de pluie que les autres en reçoivent peu ; toujours est-il que, si toutes ces circonstances restent identiques, il y aura, il est vrai, des glaciers descendant beaucoup plus bas que d'autres, mais tous resteront rigoureusement dans le même état annuel. Il n'y aura ni rétrogradation, ni avancement.

Si les circonstances terrestres (orientation, altitude, inclinaison, étalement des moraines, etc.) restent les mêmes,— et c'est évidemment le cas général, — l'état moyen annuel ne variera que lorsque les circonstances atmosphériques, c'est-à-dire le climat, varieront. Si l'on peut supposer, — et c'est encore évidemment le cas le plus général, — que la répartition des climats propres à chaque glacier reste la même, tous ces climats variant dans le même sens, il se produira alors des phénomènes très-variés, que je vais essayer d'analyser.

Le climat dépend d'un grand nombre d'éléments météorologiques qui peuvent très-bien ne pas varier à la fois dans le même sens. On peut distinguer, dans le sens des variations de chacun de ces éléments, celui qui tend à faire diminuer les glaciers et celui qui tend à les faire augmenter.

Si *tous* les éléments météorologiques varient à la fois dans un sens tel, par exemple, que les glaciers tendent à diminuer, *tous* les glaciers diminueront, quelles que soient d'ailleurs les circonstances propres à chacun d'eux ; aucune de ces circonstances n'étant capable de changer le sens de l'effet des variations climatériques. Les particularités qui donnent à chaque glacier sa physionomie propre, n'influeront que sur le taux de la rétrogradation annuelle.

Si, au contraire, tous les éléments météorologiques ne varient pas à la fois dans le même sens, si la variation des uns tend à faire diminuer les glaciers, tandis que celle des autres tend à les faire augmenter, comme la variation de chaque élément produit des effets, de même sens il est vrai, mais d'intensité différente, sur chaque glacier, la somme de ces effets de sens contraire pourra être négative pour les uns, positive pour les autres, et l'on aura des glaciers qui reculeront pendant que d'autres avanceront.

Telle est l'explication, et, j'en suis convaincu, la seule explication complète et rationnelle de la discordance dans la marche des glaciers d'une même chaîne. Cette discordance ne se produit, en vertu des différences qui existent entre les glaciers, que lorsque les divers éléments météorologiques varient en sens contraire. Elle cesse nécessairement lorsque tous ces éléments varient dans un sens identique, et tel est précisément l'état actuel des Alpes, ainsi qu'il résulte des observations mêmes rapportées par M. Gruner, lesquelles confirment sur ce point, comme je l'ai dit, l'exactitude de mes déductions.

On peut maintenant aller un peu plus loin, et c'est ce que j'avais essayé de faire dans ma communication. Si l'on choisit deux glaciers entre lesquels on puisse saisir des différences bien nettes et bien tranchées, assez profondes pour qu'il soit possible de regarder l'influence des autres comme relativement négligeable, on pourra alors chercher

à apprécier comment l'influence de la variation des divers éléments météorologiques sera modifiée par les différences constatées, et dans certains cas il sera permis de déduire des discordances constatées dans la marche des deux glaciers, le sens de la variation des divers éléments météorologiques qui les a produites.

Nous constatons, par exemple, que la différence fondamentale entre le glacier de l'Aar et celui du Rhône est l'étalement considérable de la moraine superficielle dans le premier, l'absence presque complète de cette moraine dans le second. Or cette différence a pour effet d'affaiblir beaucoup sur le premier l'influence de la chaleur estivale, sans modifier notablement celle des autres éléments. Donc, pendant la période où le glacier de l'Aar avançait, tandis que celui du Rhône reculait, on peut dire que la variation principale des éléments météorologiques a été l'augmentation de la chaleur estivale. Mais le glacier de l'Aar a continué pendant cette période à augmenter; il faut donc que, pendant la période considérée, la somme des influences des variations météorologiques ait été positive, et, comme la chaleur estivale introduit dans cette somme un terme négatif, il faut qu'un certain nombre au moins d'entre les autres, et les plus influents, soient positifs. Comme d'ailleurs la quantité de neige hibernale et la chaleur estivale sont les principaux phénomènes antagonistes qui règlent la longueur des glaciers, on en conclura que pendant la période de discordance la quantité de neige hibernale croissait, tandis que la quantité de chaleur estivale diminuait.

Tel est le raisonnement très-simple auquel j'avais cru donner plus de netteté et surtout de brièveté, dans ma note, par l'emploi des signes algébriques. Je le considère encore comme rigoureusement exact.

On voit d'ailleurs, par ce qui précède, quel serait le puissant intérêt d'observations suivies sur la marche des glaciers. Je ne doute pas qu'on ne puisse arriver, pour chacun d'eux, à une formule mathématique très-simple qui en lierait la marche aux variations des éléments météorologiques. On parviendrait ainsi, en comparant les glaciers entre eux, à leur faire jouer le rôle de grands appareils météorologiques indiquant avec précision la variation moyenne annuelle du climat. Sans parler de l'intérêt météorologique du problème, les observations que je sollicite permettraient peut-être de déterminer, avec la sûreté expérimentale, quel a été le climat de la période glaciaire. On pourrait alors concevoir l'espérance de connaître les causes qui ont produit cette singulière époque, et de résoudre un des problèmes les plus curieux qu'aient posés les observations géologiques.

M. Vélain donne lecture de la note suivante :

Le **littoral** *de la* **Corse s'élève** *depuis l'époque quaternaire*, par M. D. **Hollande.**

Golfe de Saint-Florent. — Les dernières couches tertiaires du bassin de Saint-Florent, entre le Ficajolo et Serragio, sont recouvertes, le long de la mer, par une couche de sable grossier, fortement tassé, qui supporte une assise de 1 à 2 mètres d'épaisseur, constituée par des cailloux tertiaires, des galets granitiques et quelques roches anciennes, le tout mal agglutiné par un ciment calcaire et parsemé de petits grains de quartz. On trouve dans cette assise un grand nombre de coquilles appartenant à des espèces qui vivent encore actuellement dans le golfe, telles que :

Haliotis tuberculosa, Lam.,	*Solen siliqua*, Lin.,
Arca Noæ, Lam.,	*Modiola pelagica*, Forbes,
Avicula lingulata, Lam.,	*Pinna squamosa*, Lam.

Par-dessus viennent des bancs de sable gris.

Ces diverses assises sont horizontales et reposent immédiatement sur les terrains tertiaires inclinés vers l'ouest ; il y a donc discordance.

Vers l'embouchure du Ficajolo, sur la rive droite, une puissante masse de sable repose sur une boue argileuse, remplie de galets granitiques, qui recouvre, à son tour, les assises quaternaires. Sur la rive gauche du même torrent, on voit un dépôt caillouteux, formé en grande partie par des galets primaires et tertiaires, de la vase et du sable gris. Ces alluvions sont peu étendues, et souvent, à la suite des grandes pluies, les eaux les ravinent profondément ; l'on reconnaît alors qu'elles recouvrent un lit de galets de granite et de porphyre rose, empâtés dans une terre jaune ; c'est le banc immédiatement supérieur au Quaternaire. Vers l'ouest, ces galets se montrent bientôt à la surface, et, non loin du fort, ils forment un amas considérable, signalé par M. Tabariès de Grandsaignes comme étant un cordon littoral (1). Ils disparaissent un peu avant le fort.

Sur le rivage, on trouve des milliers de cailloux roulés de magnifiques porphyres. Ce dépôt caillouteux se développe considérablement vers le sud, et on peut le suivre jusque sur les collines qui continuent le Monte-Angelo et qui atteignent 35 mètres d'altitude.

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XXVI, p. 270.

Les galets de porphyre et de granite qui composent en grande partie ces dépôts proviennent certainement de la couche de poudingue signalée à la partie supérieure des terrains tertiaires.

Embouchure de l'Ostriconi. — Des dépôts quaternaires, rappelant assez bien ceux du golfe de Saint-Florent, se montrent à l'embouchure et sur la rive droite de l'Ostriconi. Ils sont recouverts par un gros sable que le vent déplace souvent, et s'élèvent à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer.

Golfe d'Ajaccio. — Il existe également un dépôt quaternaire à la Chapelle des Grecs, près d'Ajaccio; mais ce dépôt tend à disparaître.

Golfe de Santa-Manza. — On trouve dans ce golfe un dépôt quaternaire, formé principalement par une terre jaune, avec petits cailloux granitiques. Les dernières assises sont à 5 ou 6 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Plage de Tamarone. — Sur la plage de Tamarone, les schistes primaires sont recouverts par un puissant poudingue à pâte grésiforme, composé de gros cailloux roulés de granite, de serpentine, de grès, et quelquefois de calcaire. Ce poudingue constitue toute la côte qui fait face aux îles Finocchiarola, et il s'élève souvent à plus de trente mètres. Il se montre également à l'est de la Coscia; en cet endroit il contient de nombreux fossiles quaternaires.

Poudingue de Ponte-alla-Leccia et de Francardo. — Dans l'intérieur de la Corse, à environ 2 kilomètres au sud de Ponte-alla-Leccia, se trouve une petite plaine dite le *Champ de la Bataille;* elle s'étend jusqu'au pont de Francardo et s'incline ensuite à l'ouest en suivant le Golo. Elle est formée, en grande partie, par un poudingue excessivement dur, à cailloux roulés de granite, de porphyre et de roches des terrains primaires, infra-liasique et surtout nummulitique. Ce même poudingue constitue, sur la rive gauche du Golo, de nombreux mamelons qui s'élèvent à plus de 100 mètres au-dessus du niveau actuel du fleuve. Au nord, surtout vers Piedigriggio, il repose sur un grès à grain fin, contenant des empreintes indéterminables de plantes. Au contact il y a quelques alternances du grès et du poudingue.

A trois kilomètres au nord de Ponte-alla-Leccia, à la hauteur des mamelons dits Rodaggio, on voit, dans le Golo, une couche de lignite, de 0m60 environ d'épaisseur, intercalée dans le poudingue. Ce lignite provient sans doute de troncs roulés par les eaux du Golo. Je n'ose affirmer que tous ces dépôts soient quaternaires; mais ils ont été certainement formés par le Golo. Ce fleuve avait à ce moment, sur ce point, une très-grande largeur; il a dû constituer un lac, jusqu'à ce qu'un barrage, qui devait exister à 2 kilomètres au sud de Ponte-alla-Leccia, se soit rompu, mettant ainsi le Golo au même niveau que la Tartagine.

Les grès affleurent vers Ponte-alla-Leccia et Piedigriggio ; ils contiennent quelquefois des couches de cailloux roulés et renferment alors de petits galets rappelant assez bien ceux de la plage actuelle du golfe de Saint-Florent. Vers le haut de la formation, les gros cailloux dominent, principalement du côté de Francardo et au bas de Prato. Or, si l'on admet la présence d'un lac en ce point, à cette époque, les choses ont dû se passer ainsi. Notons seulement que ce fait indique une série de crues de la part du Golo, crues qui ont dû être considérables vers la fin du dépôt et qui correspondent, sans doute, à la fusion des glaciers qui couronnaient le Monte-Rotondo, le Paglia-Orba et les autres pics de la chaîne primordiale.

Confluent du Tavignano et du San-Quilico. — En ce point, sur la rive droite du San-Quilico et dans le lit du Tavignano, on retrouve les dépôts caillouteux du *Champ de la Bataille.* Ils renferment d'énormes blocs de calcaire avec nombreuses Nummulites, et mesurent plus de quarante mètres d'épaisseur.

Anciens glaciers. — Il y a plus de vingt ans, M. Ed. Collomb (1) annonçait l'existence de traces glaciaires sur les montagnes les plus élevées de la Corse. Quelques années après, M. R. Pumpelly (2) indiquait, d'une manière précise, la présence de moraines sur le Paglia-Orba. Dernièrement enfin, M. Tabariès de Grandsaignes (3) décrivait les traces de deux anciens glaciers dans le massif du Monte-Cinto. D'une manière générale, l'on peut dire qu'aux altitudes de 1 800 à 2 000 mètres on peut être certain de rencontrer des stries ou des moraines, si la disposition de la montagne permettait l'accumulation des neiges. Aujourd'hui, le Monte-Rotondo et le Cinto sont presque toujours recouverts de névés.

Diluvium. — Plaine de Biguglia. — Est-ce la fusion de ces glaciers qui a produit les nombreux dépôts caillouteux que l'on remarque sur le littoral ? Cela est très-probable.

Au sud de Bastia s'étend la plaine de Biguglia. Beaucoup moins développée que la plaine d'Aleria, elle s'avance vers l'ouest dans le bas de Furiani, de Biguglia et de Borgo, se rétrécit ensuite, puis, à Casa-Mozza pénètre un peu dans la vallée du Golo, en restant sur la rive gauche. Le Diluvium qui forme toute cette plaine s'arrête sur la rive droite du Golo à Casa-Mozza, mais il s'étend au sud dans la Casinca et jusqu'à la plaine d'Aleria. Il est constitué par un amas puissant de gros cailloux de granite et de roches anciennes, reposant sur

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XI, p. 66 ; 1853.
(2) *Bull.*, 2e sér., t. XVII, p. 78 ; 1859.
(3) *Bull.*, 2e sér., t. XXVI, p. 270 ; 1868.

une assise de terre argileuse, rouge, ayant quelquefois l'aspect d'un gros sable. Dans la plaine de Biguglia, le Diluvium s'élève à plus de 30 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer.

A trois kilomètres environ au sud de Bastia, près d'une briqueterie, on voit apparaître, sous les deux assises que je viens de signaler, un sable jaune, terreux, quelquefois verdâtre, renfermant des morceaux de lignite.

Plaine d'Aleria. — Sur les bords du Golo le Diluvium prend un grand développement; il repose parfois sur un sable jaune, caillouteux.

Au sud du Golo, le Diluvium se développe dans le bas de la Casinca, à l'est de Venzolasca, de Castellare, et vers l'embouchure du Fium'Alto. Puis, par une faible bande qu'il est facile de suivre le long de la route nationale, il communique avec la plaine d'Aleria. Vers l'Alezani il repose sur un sable jaune, caillouteux, comme aux bords du Golo. Les dépôts diluviens de la plaine d'Aleria ont donc la même origine que ceux de la plaine de Biguglia. Ils se montrent bien développés jusque vers la tour de Florentina, au bas de Canale et de Linguizetta. A partir de là ils ne sont souvent représentés que par une couche peu puissante.

Dans la plaine d'Aleria, le Diluvium s'élève en beaucoup d'endroits jusqu'à 30 et 35 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer.

Au nord de Bastia, jusqu'à l'extrémité du Cap Corse, les dépôts diluviens sont moins puissants, mais ils se montrent sur plus d'un point, surtout entre Bastia et Erbalunga et à la marine de Luri. De ce côté, leur altitude ne dépasse guère 15 mètres.

Côte occidentale. — Le Diluvium existe aussi sur la côte occidentale; il est surtout bien développé au golfe de Calvi, vers les ponts de bois de la route nationale, où il atteint 12 et 15 mètres au-dessus du niveau de la mer. On le trouve également dans le bas de la marine de Crovani, dans le golfe de Galeria, presque jusqu'au village de ce nom, qui est à 34 mètres d'altitude.

Au golfe de Sagone il prend un grand développement. Je pense même que c'est lui qui constitue, entre Arbori et Arro, une petite plaine dont l'altitude actuelle dépasse 100 mètres. Il se montre sur les bords du golfe d'Ajaccio, principalement à la rencontre du Prunelli et de la Gravone. Alc. d'Orbigny (1) dit qu'on a trouvé le Falunien dans ce golfe; ce doit être une erreur. Sans doute, ici comme sur quelques points de la plaine de Biguglia, on aperçoit sous le Diluvium une assise qui ne fait pas partie de ce terrain; mais cette assise représente probablement le Subapennin.

(1) *Cours élém. de Paléontologie*, t. II, p. 779.

On voit encore le Diluvium dans le golfe de Valinco, au Porto-Pollo, à l'embouchure du Taravo. Tous ces dépôts ont été considérablement remaniés par les alluvions anciennes et n'ont fourni jusqu'ici aucun fossile.

Brèche osseuse. — On trouve, surtout aux environs de Bastia, dans des calcaires bleus, cristallins, que je crois carbonifères, des fissures remplies d'une terre rougeâtre, empâtant de nombreux cailloux, non roulés, des roches voisines, et des ossements. C'est la brèche osseuse signalée en 1807 par Rampasse, et étudiée par Cuvier (1) et dernièrement par M. Locard (2). Ce dernier géologue y signale des ossements de Mammifères et d'Oiseaux, et des coquilles terrestres et marines.

Ce qu'il importe de noter, c'est que parmi les ossements de Mammifères on a recueilli un condyle de maxillaire gauche, un fragment de rocher et un fragment de sphénoïde d'un Homme. Remarquons également la présence de coquilles marines. Mais le fossile caractéristique des brèches osseuses de la Corse est le *Lagomys corsicanus*. Ce rongeur ne se trouve plus aujourd'hui qu'en Sibérie, dans les régions situées à l'est du Volga et des monts Ourals, jusqu'à l'Obi. Or, nous avons vu que les traces d'anciens glaciers sont assez abondantes en Corse. « En présence de ces faits, ne sommes-nous pas autorisé à conclure que c'est » précisément à cette époque que le *Lagomys*, contemporain de » l'Homme, vivait sur les côtes de la Corse, immédiatement au-dessous » de la région des glaciers, et que, les conditions climatologiques venant à se modifier à l'époque de la disparition de ces grands glaciers, » le genre *Lagomys* s'est éteint, tandis que l'Homme, témoin de ces » grands phénomènes géologiques, a survécu à ces cataclysmes (3). » Remarquons que la brèche osseuse ne renferme que de petits animaux, et que jusqu'à présent l'on n'en a signalé aucun dans le Diluvium, ce qui montre suffisamment le manque de grandes espèces. Ne semble-t-il pas que le principe énoncé par un grand naturaliste et rappelé par M. de Quatrefages soit applicable à la Corse de ces temps reculés, comme il l'est, du reste, pour notre époque, car toutes les espèces indigènes de cette île sont petites? On lit, en effet, dans les *Souvenirs d'un Naturaliste* (4) : « Buffon a posé en principe que le nombre et la taille » des espèces animales vivant sur un continent, sur une île, sont en » rapport avec l'étendue de terre qui leur est départie, de telle sorte

(1) Cuvier, *Ossements fossiles*, t. IV, p. 198.

(2) *Note sur les Brèches osseuses des environs de Bastia (Archives du Muséum d'Hist. nat. de Lyon*, 1873).

(3) Locard, *op. cit.*

(4) T. I, p. 106.

» qu'elles deviennent à la fois plus petites et moins nombreuses à me-
» sure que l'espace habitable diminue. »

Tuf quaternaire de Bistuglio, du sud de Monte-Pedani, de Piedigriggio, de Pietrabello, de Riventosa, du haut du ravin de Furiani, etc. — Au nord de Corte, à Bistuglio, on voit une énorme masse de tuf compacte, très-dur dans le bas. Les couches inférieures datent certainement de l'époque quaternaire ; mais il se dépose du tuf encore actuellement. On y trouve des *Helix* et autres coquilles terrestres vivant dans la contrée. Le tuf le plus ancien renferme des empreintes de plantes.

Il existe d'autres dépôts de tuf au nord-est de Riventosa, au sud du Monte-Pedani (rive droite de la Casaluna), au nord de Piedigriggio, à Pietrabello (il y a en cet endroit une très-jolie grotte qu'il serait bien intéressant de fouiller), dans le haut du ravin de Furiani, etc.

Conclusions. — J'ai résumé rapidement, dans cette note, les dépôts quaternaires de la Corse. Mais j'avais surtout en vue de démontrer que l'étude des plus importants indique un soulèvement lent du littoral de cette île. En effet, sur tout ce littoral, nous trouvons de nombreux dépôts diluviens, situés en moyenne à 15 ou 20 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, et bien différents des dépôts qui se forment de nos jours, ainsi qu'il est facile de s'en assurer autour de l'étang de Biguglia, entre ceux del Sale et d'Urbino, au golfe de Saint-Florent, etc. Il semble donc que depuis la dernière époque géologique le littoral de la Corse se soulève lentement.

J'ajouterai que l'observation des dépôts actuels conduit à la même conclusion.

Séance du 20 *décembre* 1875.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Carez (L.-L.-H.), rue Pigalle, 21, à Paris, présenté par MM. P. Gervais et Vasseur ;

Dagincourt, Étudiant en médecine, rue de Grenelle, 208, à Paris, présenté par MM. G. Dollfus et Vasseur ;

LUNDGREN, Professeur de géologie à l'Université, à Lund (Suède), présenté par MM. Hébert et Vélain;

SAMUEL-MARIE (le frère), Supérieur des Frères des Écoles chrétiennes, à Nîmes (Gard), présenté par MM. Munier-Chalmas et Reynès.

Le Président annonce ensuite une présentation.

Puis il fait connaître que, par décision en date du même jour, le Conseil a fixé comme suit le prix des tirages à part pour chaque cent au-dessus de 200 exemplaires (1).

1/4 feuille	1/2 feuille	3/4 feuille	1 feuille
4f.	5f50.	6f75.	7f85.

M. **Gruner** présente quelques observations sur la communication faite par M. Mallard à la dernière séance (2).

M. Douvillé fait les communications suivantes :

Note sur la constitution du terrain **tertiaire** *dans une partie du* **Gatinais** *et de l'*Orléanais, par M. **Douvillé.**

Pl. II.

La continuation des travaux de la *Carte géologique détaillée de la France* nous a conduit à étudier d'une manière spéciale la partie du département du Loiret comprise entre Orléans, Montargis et Gien (feuille n° 95 de la *Carte de France* au $\frac{1}{80\,000^e}$: *Orléans*). La Carte géologique de ce département avait été exécutée à l'échelle du $\frac{1}{80\,000^e}$ dès 1845 par M. de Fourcy, et publiée avec un texte explicatif en 1859. L'auteur de ce remarquable travail n'a distingué dans le terrain tertiaire moyen, au-dessus des Sables et grès de Fontainebleau, que deux divisions; il a réuni tous les dépôts calcaires et marneux sous la dénomination de *Calcaire de la Beauce,* et tous les dépôts argileux et sableux sous celle d'*Argiles et Sables de la Sologne.*

Depuis l'époque où ce travail a été exécuté, le sol est devenu beaucoup plus accessible, des chemins nouveaux ont été tracés, des marnières et des carrières ont été ouvertes en grand nombre; les observations géologiques, rendues plus faciles et susceptibles d'une plus grande précision, nous ont montré que la constitution du terrain

(1) Voir *Bull.*, 3e sér., t. II, p. 229.
(2) Voir *suprà*, p. 73.

tertiaire, dans cette région, était en réalité plus complexe qu'on ne l'avait supposé, et il nous a été possible de distinguer trois niveaux de marnes et calcaires alternant avec des formations argilo-sableuses. Nous les désignerons provisoirement de la manière suivante :

I. Formation argilo-sableuse supérieure,
II. Marnes blanches et vertes,
III. Formation argilo-sableuse moyenne,
IV. Calcaire supérieur,
V. Formation argilo-sableuse inférieure,
VI. Calcaire inférieur.

La succession de ces différentes couches peut être observée facilement en allant de Boiscommun à Montargis, ou, plus au sud, entre Lorris et Solterres.

Coupe de Boiscommun à Montargis

(Pl. II, fig. 1).

Les hauteurs (altitude, 148 à 153^{m}) au sud de Boiscommun sont constituées par les *Argiles et sables supérieurs*. A la partie inférieure de cette formation, on exploite en plusieurs points une couche peu épaisse de *marne* impure, composée de parties argileuses grises ou *vertes*, irrégulièrement mélangées de nodules calcaires *blancs* souvent farineux.

Le bourg de Boiscommun (alt., 135^{m}) est situé sur la *formation argilo-sableuse moyenne*, exploitée pour la fabrication des tuiles. Le sol s'élève légèrement sur cette formation, jusqu'à Saint-Loup-les-Vignes (alt., 138^{m}), où reparaissent les *marnes blanches et vertes*. Une sablière, ouverte dans le village même, nous a permis d'observer la superposition directe de ces marnes aux sables grossiers qui constituent ici la partie supérieure de notre troisième étage.

En descendant vers Maizières, on observe d'abord la *formation argilo-sableuse moyenne ;* au-dessous, à mi-côte, près de la ferme de Richecourt (alt., 110^{m}), le *calcaire supérieur* noduleux, jaunâtre, est exploité pour l'empierrement des routes. Il est associé à des marnes blanchâtres, plus ou moins noduleuses, qui se prolongent jusqu'au point de croisement (alt., 102^{m}) des routes de Ladon à Beaune-la-Rolande et de Bellegarde à Beaumont ; un peu au sud de ce point, près de la ferme de L'Archemont, une excavation nous a montré la partie inférieure des marnes et, au-dessous, une couche de sable siliceux associé à des grès tendres à ciment calcaire ; c'est la partie supérieure de la *formation argilo-sableuse inférieure*. Les mêmes sables sont exploités vers Mai-

zières, et entre ce village et Ladon on observe, en plusieurs points, leur recouvrement par les marnes associées au *calcaire supérieur* (alt., 108m). Ce calcaire constitue, au sud de la route, la butte de Montigny, et est recouvert en ce point par des glaises qui représentent la partie inférieure de la *formation argilo-sableuse moyenne.*

Les *sables inférieurs* sont exploités à l'entrée de Ladon ; au-delà ils ont été mis à découvert dans la tranchée du chemin de fer de Montargis à Orléans; ils se montrent une dernière fois à l'ouest du passage à niveau, où ils sont, comme précédemment, associés à des grès tendres à ciment calcaire. Au-delà, jusqu'à Montargis, on n'observe plus que le *calcaire inférieur* exploité dans toute la plaine (alt., 97m). Au nord de la route, les collines de Moulon et de Chevry (alt., 120m) sont constituées par la *formation argilo-sableuse inférieure,* surmontée à Chevry par un lambeau de *calcaire supérieur.*

Coupe de Lorris à Solterres

(Pl. II, fig. 2).

Cette coupe est la répétition de la précédente. Les hauteurs au sud de Lorris sont formées par les *argiles et sables supérieurs.* Dans le voisinage immédiat du bourg on exploite les *marnes blanches et vertes* (alt., 131 à 134m). Ces marnes se prolongent vers le nord et couronnent, à l'est de Noyers, un mamelon (alt., 131m) tout à fait analogue par sa position à celui de Saint-Loup-les-Vignes. On reste jusqu'à Thimory sur la *formation argilo-sableuse moyenne.* Au-dessus de ce village on exploite le *calcaire supérieur* (alt., 118m), noduleux et jaunâtre comme à la ferme de Richecourt. Au-delà de Thimory on voit affleurer la *formation argilo-sableuse inférieure,* qui se prolonge jusqu'à Oussoy : les grès à ciment calcaire sont bien développés dans ce dernier village, où ils avaient été signalés depuis longtemps par M. Popelin Ragu (1).

A l'est d'Oussoy, vers Les Fours (alt., 103m), les grès font place à des argiles marneuses verdâtres, présentant encore quelques plaquettes de grès calcaire; on voit ensuite apparaître au-dessous les marnes blanches et les *calcaires inférieurs,* qui forment le sous-sol des marais de Saint-Hilaire, puis se relèvent légèrement vers Solterres (alt., 110m).

Étudions maintenant séparément chacune des assises dont il vient d'être question.

(1) De Fourcy, *Texte explicatif de la Carte géol. du Loiret,* p. 59 (1859). Ces grès avaient été considérés comme dépendant de l'Argile plastique.

La *formation argilo-sableuse supérieure* constitue sur la rive droite de la Loire une ligne de collines qui, partant de Gien, se dirige vers le nord-ouest jusqu'aux environs de Neuville-aux-Bois et sépare le bassin de la Loire de celui de la Seine. L'altitude des points culminants est remarquablement uniforme :

Bois des Grandes-Asnières, près Arrabloy	192m
Ferme du Temple, id	188m
Signal de Montbernau	189m
Chêne de la Fontaine-Gandelan	180m
Haut du Turc (au sud de Lorris)	174m
Sommet dans le bois de Beaumont (au sud de Nibelle)	182m

Ces buttes représentent des témoins à peu près complets de la formation supérieure; leur uniformité montre que les assises qui les constituent n'ont éprouvé depuis leur dépôt que des mouvements d'ensemble, et qu'elles n'ont été ni plissées ni disloquées. Elles sont formées de sables argileux, généralement grossiers, et d'argiles sableuses; l'élément calcaire y fait entièrement défaut. Le sol est imperméable, mais les pentes sont presque toujours assez fortes pour empêcher la stagnation des eaux pluviales.

La base de la formation est nettement marquée par les *marnes blanches et vertes;* ces marnes, généralement peu épaisses, sont remarquables par la constance de leurs caractères minéralogiques. Elles sont composées d'argiles vertes ou grises, irrégulièrement mélangées de nodules calcaires blancs, tantôt tendres et farineux, tantôt durs et cristallins; ce mélange présente une structure veinée ou marbrée, caractéristique; on n'observe jamais ces lits distincts, parallèles à la stratification, si fréquents dans les dépôts de même composition du terrain tertiaire parisien. Ces marnes sont très-activement recherchées pour l'amendement des terres et forment par suite un horizon précieux pour le géologue. Nous avons pu suivre leurs affleurements, jalonnés par de nombreuses marnières, d'une manière continue sur tout le versant nord de la ligne de faîte, dans les communes suivantes : Les Choux (144m) (1), Changy (140m), Le Moulinet (139m), Montereau, Lorris (135m), Noyers (131m), Coudroy (128m), Vieilles-Maisons, Chatenoy, Sury-aux-Bois (130m), Bellegarde (130m), Saint-Loup-les-Vignes (138m), Boiscommun (138m), Nibelle, Chambon, Courcy-aux-Loges.

Si, nous dirigeant vers le sud-ouest, nous franchissons la ligne de faîte, qui n'a plus ici qu'une importance très-réduite, nous retrouvons les marnes blanches et vertes dans la forêt d'Orléans, près d'Ambert et

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'altitude moyenne des marnières.

d'Ardelet, puis le long de la vallée de la Bionne, depuis Loury (128m) et Rebréchien (130m) jusqu'à Marigny. Elles reparaissent aux portes d'Orléans, où elles ont été entamées à la partie supérieure de la grande marnière du chemin de fer dans le faubourg Saint-Vincent (126m). On voit que, dans cette direction, les couches s'abaissent légèrement vers le sud.

Sur le côté gauche de la Bionne, les marnes sont exploitées dans les communes de Trainou (130m), de Vennecy, de Donnery (120m) ; de là elles remontent au nord-est dans la vallée du Cens, depuis Fay-aux-Loges (115m) jusqu'à Sully-la-Chapelle (123m) et Ingranne. Vers l'est, elles suivent le canal jusqu'à Vitry-aux-Loges (130m) et Combreux.

Si nous revenons dans la vallée de la Loire, nous les retrouvons, sur la rive droite, au château de Chenaille (115m environ) près Saint-Denis-de-l'Hôtel, puis dans le ravin des Boulats près de Chateauneuf. Par suite de leur plongement vers le sud-est, elles disparaissent définitivement à Chateauneuf sous les alluvions de la Loire (111m).

A l'est de Chateauneuf, elles reparaissent encore dans la partie haute du ruisseau de Milourdin, où elles atteignent l'altitude de 129m sur le versant sud de la ligne de faîte, en face des gisements correspondants de Chatenoy sur le versant nord. Les couches s'abaissent vers le sud plus rapidement que le vallon lui-même, et les marnes blanches et vertes disparaissent sous les argiles et sables supérieurs avant d'atteindre la vallée de la Loire.

Sur la rive gauche de ce fleuve, les marnes blanches et vertes sont largement exploitées à Vienne-en-Val, en face Chateauneuf, et disparaissent vers l'est sous les alluvions. Au-delà, sur les deux rives du fleuve, on n'observe plus que des sables grossiers et des argiles : sur la rive droite ce sont les couches que nous avons désignées sous le nom de *formation argilo-sableuse supérieure ;* sur la rive gauche ce sont les SABLES ET ARGILES DE LA SOLOGNE. Nous sommes ainsi autorisés à appliquer à notre groupe I cette dernière dénomination.

D'après les altitudes données plus haut, on voit que sur la rive droite de la Loire les Sables de la Sologne atteignent une épaisseur d'au moins 40 mètres. Aucun fossile n'a été indiqué dans ces couches, ni sur la rive droite, ni sur la rive gauche du fleuve.

Sur un grand nombre de points où nous venons de signaler les marnes blanches et vertes, on peut constater, au dessous, l'existence de la *formation argilo-sableuse moyenne.* Sur le versant nord de la ligne de faîte, elle se rapproche par sa composition de la formation argilo-sableuse supérieure ; on y observe par places des couches de sables fins et de glaise à peu près pure. L'épaisseur maximum de la for-

mation paraît être de 20 mètres environ, près de Boiscommun. Vers le nord-ouest cette épaisseur diminue assez rapidement; en même temps les sables deviennent plus purs, moins argileux, et prennent un caractère littoral de plus en plus marqué. Cette transformation est bien nette dans les sablières de Chilleurs-aux-Bois et de Neuville-aux-Bois, et elle coïncide avec l'apparition de nombreux débris de Mammifères terrestres. Ces derniers dépôts sont connus depuis longtemps sous le nom de SABLES FOSSILIFÈRES DE L'ORLÉANAIS : ils constituent un faciès particulier de notre troisième groupe. Les sables fossilifères se présentent avec les mêmes caractères dans toute la région comprise entre Neuville-aux-Bois et Orléans ; ils sont quelquefois accompagnés de grès calcaires, principalement dans la forêt d'Orléans. Dès 1848 Lockhart (1) avait signalé leur recouvrement par les marnes qui constituent notre étage II. Nous avons pu observer la même superposition sur plusieurs autres points :

1° A la gare de Rebréchien une grande marnière a été ouverte dans les marnes blanches et vertes ; le fond de la carrière est formé par un sable grisâtre, à grains grossiers, peu argileux, présentant à sa partie supérieure des plaquettes irrégulières de grès tendre à ciment calcaire. Nous avons recueilli dans cette couche quelques fragments d'ossements de Mammifères.

2° A Orléans la marnière déjà citée du faubourg Saint-Vincent montre, de haut en bas, la coupe suivante :

1° Glaise verte, bariolée de marne farineuse blanche.	1m50
2° Sable siliceux grisâtre, peu argileux, distinctement stratifié, plus grossier à la partie inférieure et présentant par places, à la base, une couche de petits galets calcaires	1m00
3° Marne blanche, tachée de vert.	

(1) Lockhart, *Mémoires de la Société des Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans*, 1848. — M. de Fourcy, dans son texte explicatif (1859), a reproduit les coupes données par Lockhart, p. 103 et suiv. Nous croyons devoir citer textuellement celles où la superposition des marnes est nettement indiquée :

1° *Forêt d'Orléans*. Dans la forêt d'Orléans, sur la route de Paris, en face de l'avenue de Chevilly, côté de Chanteau, la coupe d'une sablière a donné :

1° Terre végétale.
2° Glaise brune, passant à une *marne* plus calcaire, blanche, friable.
3° Sable à ossements fossiles, en lits jaunes, bruns, ferrugineux.
4° Marnes calcaires d'eau douce.

2° *Chêne*. A Chêne (commune de Saint-Péravy-la-Colombe) on trouve dans une sablière :

1° Terre végétale.
2° Gros sable quartzeux, ferrugineux, légèrement agglutiné, passant à la couche suivante.
3° Glaises *marneuses* grises, jaunes.
4° Sables à ossements fossiles.

Nous avons recueilli dans les sables un fragment d'ossement, et M. Nouël, Conservateur du Musée d'Orléans, a bien voulu nous montrer, dans sa collection, une dent de Rhinocéros provenant de la même couche.

3° Les carrières de Fay-aux-Loges présentent, au-dessus des bancs exploités, des couches analogues à celles que nous venons de signaler. La carrière située le plus à l'est, sur le côté gauche de la vallée, nous a offert de haut en bas la coupe suivante :

1° Glaise grise, tachée de blanc.	1m00
2° Sable quartzeux grisâtre.	1m50
3° Sable avec graviers calcaires	0m40
4° Calcaire marneux, très-fossilifère.	1m50
5° Calcaire dur, en bancs réguliers (exploité).	2m50

Nous avons recueilli dans les sables quartzeux des fragments de carapace de Tortue ; les ouvriers ont rencontré fréquemment dans la même couche des ossements qui, malheureusement, n'ont pas été conservés.

Dans une carrière voisine le sable est moins épais, et à sa base on voit une couche irrégulière d'argile verte, veinée de marne blanche farineuse.

Dans une troisième carrière, une couche de marne verte et blanche apparaît au-dessus des sables et augmente peu à peu d'épaisseur aux dépens de ces derniers. Les sables finissent même par disparaître complétement, et la couche de marne supérieure vient se réunir à la couche inférieure.

On voit que nous sommes là à la limite de la formation des Sables de l'Orléanais, et les coupes que nous venons de signaler montrent la liaison intime de ces sables avec les marnes blanches et vertes ; nous proposons de donner à ces dernières la dénomination de MARNES DE L'ORLÉANAIS.

Les Sables de l'Orléanais ne reparaissent plus au sud-est de Fay-aux-Loges ; dans le ravin des Boulats, près de Chateauneuf, nous avons pu observer la superposition directe des Marnes de l'Orléanais au Calcaire supérieur, tandis que plus au nord, à la ferme du Gué-de-l'Orme, sur le ruisseau de Milourdin, le fermier nous a indiqué l'existence d'une couche de sable au dessous des marnes exploitées ; il ne nous a pas été possible de vérifier ce renseignement. La limite sud des Sables de l'Orléanais passerait ainsi un peu au nord de Chateauneuf, et de là se dirigerait vers Les Choux, où nous rattachons à la même formation les couches de glaise et de sables fins argileux exploitées près du chemin de fer et, plus au nord, à la tuilerie de Baugé.

Les Sables de l'Orléanais n'ont pas été signalés sur la rive gauche de

la Loire, et il est probable que, comme dans le ravin des Boulats, les Marnes de l'Orléanais de Vienne-en-Val reposent directement sur le Calcaire supérieur.

Il nous reste à étudier le groupe inférieur, dans lequel nous avons distingué deux assises *calcaires*, IV et VI, séparées par la *formation argilo-sableuse inférieure*. Les coupes précédemment décrites nous ont montré cette dernière formation bien développée à Oussoy et entre Ladon et Maizières. Plus au nord elle diminue rapidement d'épaisseur, les sables et grès disparaissent, et la formation n'est plus représentée que par des glaises verdâtres, qui constituent un niveau bien marqué au pied de la falaise calcaire de Beaune-la-Rolande. Cette falaise se prolonge vers le nord et se rattache aux buttes des environs de Puiseaux. En même temps la couche de glaises vertes dont nous venons de parler vient se confondre avec celle qui a été signalée dès 1837 par Constant Prévost et, après lui, par tous les géologues qui ont étudié le Gatinais (1). Cette couche de glaises est intercalée au milieu du Calcaire de la Beauce et permet de le subdiviser en deux sous-étages, pour lesquels M. de Roys avait proposé les noms de *Calcaire de la Beauce* et de *Calcaire du Gatinais*. M. Tournouër, de son côté, a proposé d'appliquer au sous-étage supérieur le nom de Calcaire de l'Orléanais. Comme les deux assises se rencontrent simultanément dans la Beauce et le Gatinais, et que les couches fossilifères de Saint-Marc, aux portes mêmes d'Orléans, appartiennent au sous-étage inférieur, nous conserverons dans cette note les dénominations plus générales de CALCAIRE DE BEAUCE SUPÉRIEUR et de CALCAIRE DE BEAUCE INFÉRIEUR, correspondant à nos assises IV et VI. Nous désignerons la formation argilo-sableuse intercalée sous le nom de MOLASSE DU GATINAIS.

La partie sableuse de cette dernière formation occupe une zone étroite, qui s'étend au nord de la ligne de faîte depuis Maizières et Ladon jusqu'à Thimory et Oussoy; sa plus grande largeur, entre Ladon et Chevry, ne paraît pas dépasser 8 kilomètres. Ces sables siliceux, associés à des grès à ciment calcaire, présentent une analogie extrême de composition avec les Sables de l'Orléanais, dans leur partie fossilifère entre Neuville-aux-Bois et Orléans; il est probable que, comme eux, ils représentent un dépôt littoral.

Au sud-ouest de la zone sableuse la formation augmente d'épaisseur; les sables disparaissent et sont remplacés par des argiles qui se

(1) De Fourcy, *Texte explicatif de la Carte géol. du Loiret*. p. 73; de Roys, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXVI, p. 376; Clérault, *Notice explicative de la feuille* 80 (Fontainebleau) *de la Carte géologique détaillée de la France*.

chargent peu à peu de nodules calcaires. Ce développement des argiles s'effectue aux dépens du Calcaire de Beauce supérieur, qui diminue d'épaisseur en prenant une structure noduleuse, et se réduit même quelquefois, comme à Auvilliers et à Changy, à des lits discontinus de rognons calcaires.

Plus à l'ouest, les Argiles du Gatinais disparaissent sous les formations supérieures, mais il est probable qu'elles éprouvent une modification analogue à celle que nous avons signalée vers le nord. Elles s'amincissent de plus en plus, par suite du développement de l'élément calcaire à leur partie supérieure, et, lorsqu'elles reparaissent aux environs d'Orléans, elles ne sont plus représentées, comme à Puiseaux, que par une couche peu épaisse de glaise verte.

Il résulte de ce qui précède que la Molasse du Gatinais est en réalité synchronique du Calcaire de Beauce supérieur ; elle représente un ensablement et un envasement du lac dans lequel s'est déposée cette dernière formation, probablement dans le voisinage du point d'arrivée des cours d'eau qui descendaient du Plateau central. En s'éloignant du rivage, on passe successivement et latéralement des sables aux argiles, puis aux argiles à nodules calcaires, aux marnes plus ou moins noduleuses et enfin au calcaire proprement dit.

En dehors de la zone argileuse, le Calcaire de Beauce supérieur devient très-fossilifère et présente, en même temps, des caractères particuliers, qui permettent de le distinguer, même lorsque les Argiles du Gatinais ont complétement disparu ; il est surtout caractérisé par des bancs noirâtres, bréchiformes, contenant de nombreux fragments arrondis de couleur plus foncée. Les Hélices sont souvent abondantes dans ces couches ; de là le nom de *Calcaires à Hélices* sous lequel elles ont quelquefois été distinguées, principalement aux environs de Pithiviers. Elles se présentent avec les mêmes caractères à Chevry, au-dessus des Sables du Gatinais, comme à Fay-aux-Loges et à Marigny, dans le voisinage d'Orléans.

Les mêmes assises se retrouvent plus au nord, dans la Beauce proprement dite. Un puits percé près de Rouvray-Saint-Denis (1) a traversé un premier système de couches noirâtres, bréchiformes, identiques

(1) M. Guyerdet a bien voulu nous communiquer la coupe suivante d'un puits creusé à la ferme de Villaine, près Rouvray-Saint-Denis (Eure-et-Loir), ainsi que les échantillons des différentes assises traversées :

1° Terre végétale	0m32
2° Marne calcaire, blanche, friable, farineuse, exploitée pour l'amendement des terres	3m24
3° Calcaire bréchiforme, jaunâtre, avec fragments de calcaire noirâtre	1m29

avec les calcaires exploités à Fay-aux-Loges. Au-dessous on rencontre des calcaires blanchâtres, vermiculés, peu cohérents, caractérisés par l'abondance de la silice : c'est le Calcaire de Beauce inférieur, qui vient se rattacher, d'un côté aux Meulières supérieures des environs de Paris, de l'autre aux calcaires siliceux des environs d'Orléans (sondage de la place Dauphine; silex de la Chapelle-Saint-Mesmin).

Le Calcaire de Beauce inférieur est bien développé entre Beaune-la-Rolande et Montargis, et plus au sud jusqu'à Nogent-sur-Vernisson. Ici la silice fait défaut; les nombreuses exploitations de moellons ouvertes dans toute la plaine ne montrent qu'un calcaire blanchâtre, peu cohérent, à structure irrégulière, fréquemment associé à des marnes de même couleur. Dans le voisinage de l'Argile à silex, les calcaires et les marnes présentent d'assez nombreux fragments rougeâtres de silex, empruntés à cette formation.

Le Calcaire de Beauce inférieur est généralement moins fossilifère que le supérieur ; mais il n'y a point là de caractère distinctif. Les Hélices, Lymnées et Planorbes ne sont pas rares dans certaines parties noirâtres du Calcaire inférieur, au sud de Montargis par exemple ; aux portes d'Orléans les carrières de Saint-Marc, où l'on exploite le Calcaire de Beauce intérieur, ont fourni une faune au moins aussi riche que celle du Calcaire de Beauce supérieur de Marigny et de Fay-aux-Loges.

Aux environs de Montargis et, plus au sud, dans la vallée du Vernis-

4° Calcaire gris, vermiculé, avec parties rubannées jaunâtres (Limnées, Planorbes, Bithinies) 0m97
5° Brèche calcaire à petits éléments : fragments de calcaire gris-brunâtre dans une pâte de calcaire jaunâtre, avec zones rubannées (Hélices) 0m64
6° Marne sèche, calcarifère, blanc-jaunâtre 0m32
7° Calcaire concrétionné, jaunâtre, vermiculé, peu solide 3m21
8° Calcaire tuffacé, jaunâtre, friable 3m88
9° Calcaire siliceux, formant plusieurs lits au milieu d'une marne calcarifère blanche (niveau d'eau) 4m21
10° Marne calcarifère blanche, friable, farineuse, avec silex blonds, calcédonieux 3m56
11° Calcaire brun, compacte, très-siliceux, avec veines et druses de calcédoine 0m32
12° Calcaire jaunâtre, compacte, siliceux, avec veines et druses de calcédoine 1m29
13° Marne calcaire, blanche, avec lits de silex calcédonieux (analogue à 9). 2m59
14° Calcaire bréchiforme, jaunâtre, caverneux 2m27
15° Calcaire siliceux, blanchâtre. concrétionné, en plaquettes (caillasse) (niveau d'eau abondant) 0m61
Fond du puits à 28m78.

son, le Calcaire de Beauce inférieur vient s'arrêter au pied des collines constituées par l'Argile à silex. En étudiant le contact des deux formations, on peut s'assurer que la surface de l'Argile à silex présentait de nombreuses inégalités au moment du dépôt du calcaire lacustre : non-seulement l'Argile à silex a été manifestement relevée et se montre à des altitudes très-différentes les unes des autres, mais encore elle a subi des dénudations considérables, et il n'est pas rare de voir le Calcaire de Beauce reposer directement sur la Craie. C'est ainsi qu'à l'est de Villemandeur on voit apparaître au milieu du calcaire lacustre un affleurement de craie dure, que l'on peut suivre à mi-côte vers le sud jusqu'au moulin de Moissy ; de même, sur la rive droite du Loing, un peu au nord de la gare de Montargis, un lambeau de calcaire lacustre peut être observé au pied des collines de Craie et d'Argile à silex qui portent la forêt de Montargis.

Plus au sud, la plaine basse que le chemin de fer traverse depuis Villeneuve (alt., 108^{m}) et Mormant jusqu'à Pressigny (114^{m}), est tout entière sur les Marnes et les Calcaires de Beauce inférieurs. Mais en arrivant à Nogent, une protubérance d'Argile à silex vient faire saillie au milieu du calcaire lacustre, qui se sépare en deux branches : l'une se dirigeant à l'est des Avrils, l'autre à l'ouest vers le château de La Mivoie. L'éperon d'Argile à silex s'élève rapidement vers le sud ; il atteint successivement, sur la rive droite du Vernisson, les altitudes de 136 mètres aux Avrils, de 150 au château des Barres, de 170 aux Bézards et de 179 à La Bussière ; sur la rive gauche, l'Argile à silex se prolonge dans les bois de La Mivoie et vers La Paurolle, où elle atteint l'altitude de 138^{m}; elle s'élève ensuite progressivement vers Boismorand, jusqu'à 150^{m} environ. Elle forme ainsi une sorte de plan incliné, le long duquel on voit s'échelonner successivement, de bas en haut, le Calcaire de Beauce inférieur de La Mivoie, les Argiles du Gatinais et les nodules calcaires qui représentent ici le Calcaire de Beauce supérieur, les Argiles et les marnes de l'Orléanais, exploitées (alt., 140^{m}) à l'est des Choux, tandis que vers Boismorand les Argiles et sables de la Sologne reposent directement sur l'Argile à silex. La transgressivité de ces diverses couches par rapport à l'Argile à silex est ici extrêmement rapide.

Ce relèvement arrête vers le sud les dépôts calcaires à la hauteur de Boismorand ; mais cette interruption n'est que de courte durée : tout d'abord l'Argile à silex continue à s'élever et atteint l'altitude maximum de 170^{m} dans la glandée de Boucherat ; au-delà elle s'abaisse lentement jusqu'à Gien (alt., 145^{m}) et vient affleurer au niveau de la Loire (130^{m}) sur la rive gauche du fleuve. Immédiatement au sud de la glandée de Boucherat, elle est recouverte directement par les Sables et argiles de la Sologne, mais un peu plus loin on voit s'intercaler entre les deux

formations un niveau de marnes exploitées à La Caillardière, aux Hautes-Maisons, à La Lainerie. Ce sont des glaises verdâtres, plus ou moins mélangées de parties calcaires, blanches, farineuses ou noduleuses, qui reproduisent le faciès habituel des *Marnes de l'Orléanais* et correspondent rigoureusement aux couches exploitées dans les dernières marnières du versant nord de la ligne de faîte, à l'est des Choux.

D'autres dépôts de calcaire lacustre se montrent au jour dans le voisinage immédiat de Gien. A l'est de la ville, sur la rive droite du fleuve, on observe une falaise crayeuse couronnée par l'Argile à silex (alt., 165^{m}). Dans la ville même, on peut encore distinguer des affleurements de Craie sous l'Église; mais immédiatement au-delà la falaise est constituée par des marnes blanchâtres noduleuses. Au-dessous de ces marnes, les puits de la rue de Chénevières traversent un calcaire lacustre, dur et caverneux, qui présente les caractères habituels du Calcaire de Beauce inférieur. Ces marnes et calcaires, qui ont ici une épaisseur de 25 à 30 mètres, sont plus ou moins cachés par les dépôts de transport de la vallée de la Loire; ils plongent assez rapidement vers le centre du bassin tertiaire, c'est-à-dire vers le nord-est, et disparaissent à Nevoy sous les Sables et argiles de la Sologne.

Le petit nombre de points où les marnes et calcaires lacustres sont mis à découvert dans les environs de Gien rend leur étude très-difficile, d'autant plus que l'on n'y observe ni argiles ni sables intercalés; nous avons vu cependant que les Marnes de l'Orléanais étaient bien caractérisées à La Lainerie et aux Hautes-Maisons. Les marnes noduleuses exploitées au nord de Gien paraissent représenter le Calcaire de Beauce supérieur, tandis que les bancs plus solides reconnus au-dessous se rattachent naturellement au Calcaire de Beauce inférieur.

Les mêmes dépôts se retrouvent à l'ouest de Gien, sur la rive gauche de la Loire. L'Argile à silex, qui s'élève à l'altitude de 172^{m} sur la route de Bourges, s'abaisse assez rapidement vers le nord-ouest, où elle constitue, sur le bord de la vallée, une terrasse basse à l'altitude de 140^{m} environ. Cette dépression a été comblée par les Sables et argiles de la Sologne. A la limite des deux formations, aux Rocherauts, on exploite des marnes blanches, fortement mélangées de glaises verdâtres; ce sont les Marnes de l'Orléanais. Plus au nord, vers La Golinière, on retrouve des marnes blanches, noduleuses, identiques avec celles que l'on exploite au nord de Gien (Calcaire de Beauce supérieur ?).

Si nous continuons à descendre la vallée de la Loire, nous voyons l'argile à silex se relever à Saint-Gondon, où elle est directement recouverte par les Sables et argiles de la Sologne. Au-delà, nouvelle dépression à Lion-en-Sullias et apparition de marnes blanches lacustres, identiques avec les marnes de Gien. Plus à l'ouest un nouveau relève-

ment de l'Argile à silex correspond à l'apparition de la Craie à silex à Saint-Aignan-le-Jaillard ; au-delà, à Sully, l'Argile à silex disparaît définitivement sous les Sables et argiles de la Sologne.

Les deux relèvements de l'Argile à silex que nous venons de signaler à Saint-Aignan et à Saint-Gondon se reproduisent sur la rive droite de la Loire, où ils forment les promontoires de Benne près Dampierre, et d'Arcole et Montoir près Nevoy ; entre ces deux points l'on n'observe que les Sables et argiles de la Sologne. Il est probable que, par suite du plongement général des couches vers le centre du bassin, le prolongement des marnes de Lion-en-Sullias se trouve ici à un niveau inférieur à celui de la Loire.

Nous voyons, d'après ce qui précède, que :

1° Les Marnes de l'Orléanais et les Calcaires de Beauce sont représentés aux environs de Gien : ces couches doivent être considérées comme le prolongement, au-dessous des Argiles et sables de la Sologne, des couches similaires qui affleurent à l'ouest de Chateauneuf ;

2° Ces dépôts calcaires se sont effectués dans une série de dépressions limitées par des relèvements de l'Argile à silex, et, par suite, ces relèvements sont antérieurs au dépôt des Calcaires de Beauce.

En étudiant la région qui s'étend plus au sud sur les deux rives de la Loire, on reconnaît que les accidents que nous venons de signaler aux environs de Gien se rattachent en réalité à des accidents plus considérables, mentionnés pour la première fois (1847) par M. Raulin, sous le nom de *Système du Sancerrois*. Pour ce savant géologue, le relèvement du Sancerrois s'est effectué entre le dépôt du Calcaire de Beauce et celui des Sables de la Sologne, tandis que les accidents que nous venons de signaler sont antérieurs à ces deux formations ; nous sommes ainsi amenés à ajouter quelques mots pour expliquer cette divergence et pour établir d'une manière plus précise l'âge du Système du Sancerrois.

Note sur le **Système du Sancerrois** *et le terrain* **sidérolithique** *du* **Berry,**

par M. **Douvillé.**

Dans son mémoire sur le Sancerrois (1), M. Raulin mentionne expressément que les couches qui constituent cette région « éprouvent un relèvement assez considérable, semi-elliptique, dont la ligne anticlinale, ou suivant laquelle se fait la flexion des couches, court de

(1) *Mém. Soc. géol.*, 2e sér., t. II, p. 219 ; 1847.

l'E. 26° N. à l'O. 26° S., de Sancerre vers Barmont, près de Mehun-sur-Yèvre. » Il ajoute, plus loin, que le relèvement du Sancerrois a affecté « les sables à silex, dont la position n'est pas encore assignée d'une manière rigoureuse, quoique l'on soit assez généralement disposé à les considérer comme l'équivalent des sables et grès de Fontainebleau. Il n'a pas affecté les argiles quartzifères de la Sologne..... On ne peut donc douter qu'il ne se soit fait entre le dépôt de ces deux terrains. Quant à la faille (de Sancerre), il est probable qu'elle s'est produite simultanément, quoique ayant une direction presque perpendiculaire. »

Plus tard M. Ébray a démontré (1) que les sables à silex de M. Raulin représentaient en réalité le prolongement vers le sud des Poudingues de Nemours et, par suite, appartenaient à la formation de l'Argile plastique.

Quelques années après, le même géologue (2) a fait observer, avec raison, que le relèvement du Sancerrois ne présentait point d'axe anticlinal et était en réalité dû à l'action de la faille de Sancerre, cette faille elle-même se rattachant à un système de failles parallèles très-nettement marquées dans le département de la Nièvre. Nous admettons entièrement cette manière de voir, et c'est ce système de failles dirigées à peu près du nord au sud, qui, pour nous, constitue le système du Sancerrois.

M. Ébray pense que ces accidents se sont produits à la fin de la période crétacée; il est possible en effet que les phénomènes éruptifs (3) qui sont intervenus dans la formation de l'Argile à silex éocène, soient subordonnés à des failles dépendant du système du Sancerrois; mais il n'en est pas moins certain que les dénivellations que l'on observe aujourd'hui ont été produites postérieurement à l'Argile à silex, comme l'avait indiqué M. Raulin. Malgré les irrégularités locales que présente l'Argile à silex, malgré ses variations de composition, cette couche est dans son ensemble beaucoup plus régulière que ne paraît l'admettre M. Ébray; or, à Neuvy-sur-Barangeon elle est à l'altitude de 150^{m}; elle s'élève de là jusqu'à 434^{m}, à La Motte d'Humbligny, sur le côté élevé de la faille de Sancerre; à Sancerre, entre les deux failles, elle est encore à 342^{m}, et au-delà de la deuxième faille, à La Roche, elle n'est plus qu'à 177^{m}. Il est bien difficile de ne pas reconnaître dans ces dénivellations l'action de la faille de Sancerre. D'ailleurs cette faille

(1) *Études géologiques sur le département de la Nièvre*, p. 170.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXIV, p. 471; mars 1867.

(3) Cette opinion a été émise depuis longtemps par d'Omalius d'Halloy. Voir en outre : de Roys, *Bull.*, 2e sér., t. XXIII, p. 183; 18 déc. 1865. Plus récemment MM. Potier et Douvillé ont montré la liaison intime des argiles à silex miocènes des environs de Vernon, avec des éruptions d'argiles et de sables granitiques (*Comptes-rendus*, 6 mai 1872; *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXIX, p. 472; 3 juin 1872).

a encore affecté des couches plus récentes : dès 1858 (1) M. Beau a montré que les calcaires lacustres qui recouvrent les minerais de fer en grains de l'Aubois sont froissés et disloqués dans le voisinage de la faille de Sancerre, et atteignent dans cette région des inclinaisons considérables (2). Depuis cette époque le développement des exploitations de l'Aubois n'a fait que confirmer l'exactitude de cette observation.

Ainsi donc, les dénivellations produites par les failles du système du Sancerrois sont postérieures, non-seulement à l'Argile à silex, mais encore au calcaire lacustre du Berry. Plus au nord, sur le prolongement de la faille de Sancerre, à Gien, nous avons considéré comme ayant eu lieu à la même époque des accidents antérieurs au Calcaire de Beauce. Ces deux faits seraient contradictoires, si l'on admettait, comme on l'a fait généralement jusqu'ici, que les calcaires lacustres du Berry sont synchroniques du Calcaire de Beauce ; mais il est facile de voir que ce rapprochement est inexact.

Le calcaire lacustre du Berry fait en réalité partie du terrain sidérolithique et se relie intimement aux dépôts de minerai de fer en grains qu'il recouvre. Ces minerais de fer sont eux-mêmes subordonnés à des dépôts d'argiles et de sables argileux qui remontent dans la vallée du Cher jusqu'au-delà de Montluçon et qui se rattachent aux lambeaux de terrain tertiaire signalés depuis longtemps à la surface du Plateau central, jusqu'à Bellac et Limoges (3). Ces dépôts du Limousin se relient également vers le nord au terrain sidérolithique de l'Indre et de la Vienne, vers l'ouest à ceux de la Charente, et vers le sud à ceux du Périgord.

Dufrénoy (4) a bien reconnu cette liaison intime des argiles et sables à minerais de fer, avec les calcaires lacustres qui les recouvrent, ainsi que la grande extension de ces dépôts dans le centre de la France :

« Toutes les circonstances de gisement se réunissent pour faire re-
» garder ces dépôts comme des lambeaux d'un même terrain, isolés
» par un même phénomène, qui, en ravinant le sol, lui a donné son
» relief actuel. Nous rapportons à cette *même assise* tous les minerais
» de fer répandus dans des cavités du terrain jurassique, dans les dé-
» partements de la Charente, de la Dordogne, du Lot, de l'Aveyron,

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 674.

(2) Ce relèvement du calcaire lacustre est nettement visible dans la tranchée du chemin de fer à l'ouest de La Guerche.

(3) Ces dépôts, partiellement considérés comme jurassiques par les auteurs de la *Carte géologique de France*, ont été replacés dans le terrain tertiaire par M. Mallard *(Carte géologique de la Haute-Vienne)*.

(1) *Explication de la Carte géologique de France*, t. III, p. 65.

» du Tarn, du Tarn-et-Garonne, et, franchissant les limites du bassin » qui nous occupe, nous assimilerons incidemment à ces gîtes la plu- » part des minerais de fer en grains que le Jura fournit en si grande » abondance (1). »

L'identité de ces différents dépôts ne peut en effet être mise en doute; mais nous savons aujourd'hui, contrairement à l'opinion de Dufrénoy, que dans le Jura, comme dans le Tarn-et-Garonne, les dépôts sidérolithiques se rattachent par leur faune au terrain éocène et doivent être placés sur l'horizon du Gypse parisien (2). Le terrain sidérolithique du Berry, qui se rattache stratigraphiquement à celui de la Charente et du Périgord, devra dès lors être compris, comme ce dernier, parmi les dépôts de l'époque paléothérienne, et le calcaire lacustre, intimement relié aux minerais de fer qu'il recouvre, viendra naturellement se placer sur l'horizon du *Calcaire de Brie*. La faune de ce calcaire a été jusqu'ici peu étudiée, cependant les arguments paléontologiques ne font pas entièrement défaut : M. Terquem (3) a signalé près de Vicq-Exemplet, au-dessus d'une arkose déjà attribuée par Dufrénoy (4) au terrain sidérolithique, des meulières d'eau douce présentant une faune éocène. Ces meulières se rattachent naturellement aux calcaires lacustres de la vallée du Cher, qui vers le sud sont fréquemment imprégnés de silice (Urçay).

Quelles étaient donc les raisons qui avaient amené les géologues à ranger ces dépôts dans le terrain miocène?

C'était, d'une part, la superposition de ce calcaire aux argiles à silex considérées comme se rattachant aux Sables de Fontainebleau : nous avons vu que ce rapprochement était inexact, et que les argiles à silex devaient être placées à la partie inférieure de l'Éocène.

D'autre part, on supposait que les calcaires lacustres venaient se relier stratigraphiquement vers le nord aux calcaires de la Beauce, et vers le

(1) *Op. cit.*, p. 91.

(2) Il est bien entendu qu'il n'est pas question ici des dépôts pliocènes de minerais de fer de la Haute-Saône, signalés par MM. Coquand et Tournouër. M. Coquand a considéré également comme pliocènes les dépôts sidérolithiques de la Charente ; nous croyons que ce savant géologue a confondu deux dépôts de composition analogue, mais d'âges très-différents, et que la plus grande partie du terrain à minerai de fer de cette région doit être rattachée aux dépôts sidérolithiques qui dans la Dordogne, à Beaumont, sont recouverts par le calcaire lacustre éocène. — Pour ce qui concerne le terrain sidérolithique, nous ne pouvons que renvoyer à la note de M. Levallois (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXVIII, p. 183 ; 4 sept. 1871), dans laquelle sont nettement résumés tous les travaux faits sur ce sujet.

(3) *Cinquième mémoire sur les Foraminifères du Lias. Stratigraphie des env. de Nohant près la Châtre (dép. de l'Indre)*, d'après des renseignements communiqués par M. Maurice Sand, p. 391 ; 1866.

(4) *Explic. de la Carte géol. de France*, t. III, p. 66.

sud aux couches de même âge de la Limagne. Il est facile de voir que cette liaison n'existe pas en réalité. On observe bien dans la vallée de la Loire, entre Gien et Decize, des lambeaux de calcaire lacustre qui se rattachent naturellement au calcaire du Berry : ce sont des calcaires vermiculés, plus ou moins durs, présentant une structure massive et une stratification généralement peu distincte. Le dernier lambeau vers le sud se montre à la station de Béard. A quelques kilomètres plus loin, à Decize, on voit affleurer, en couches minces et bien stratifiées, les marnes et calcaires de la Limagne, avec *Anthracotherium* et *Cypris ;* la composition de ces dépôts contraste d'une manière frappante avec les calcaires irréguliers et massifs de la station de Béard. Le même contraste se retrouve au nord : des calcaires analogues à ceux qui dans l'Aubois recouvrent les minerais de fer, se rencontrent à Bannay et à Cosne, puis à Châtillon et à Briare. Ce sont des calcaires durs, en bancs puissants, qui fournissent une excellente pierre de taille et diffèrent entièrement, par leurs caractères pétrographiques, des marnes et calcaires de Beauce que nous avons signalés à quelques kilomètres plus au nord, à Gien.

M. de Fourcy avait bien reconnu cette différence de composition, et ce n'est que dominé par des considérations théoriques, qu'il s'était décidé à réunir les calcaires de Briare aux calcaires de la Beauce ; en même temps il signalait, avec justes raisons, l'extrême analogie de ces calcaires avec ceux de Château-Landon, qui, comme on le sait, sont du même âge que les calcaires de la Brie (1). Nous admettons entièrement ce rapprochement : pour nous, le calcaire lacustre du Berry est le prolongement vers le sud du calcaire de Château-Landon, et cette conclusion est bien d'accord avec la superposition de ces calcaires à des dépôts sidérolithiques de l'époque paléothérienne. Si ces calcaires sont tellement morcelés entre Château-Landon et Decize, c'est que nous nous trouvons précisément dans la zone des dislocations produites par les failles du système du Sancerrois, et nous avons vu que dans l'Aubois ces failles étaient certainement postérieures au dépôt du calcaire lacustre. Rien ne s'oppose plus maintenant à ce que ces dislocations se soient produites antérieurement au dépôt du calcaire de la Beauce, comme nous l'avons observé et signalé plus haut aux environs de Gien. Nous voyons alors que le *système du Sancerrois* vient s'intercaler entre le Calcaire de Brie et le Calcaire de Beauce ; la liaison intime de ce dernier étage aux Sables de Fontainebleau montre que le système du Sancerrois doit être placé en réalité immédiatement après le *Calcaire de Brie :* il fait partie de l'ensemble des accidents

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXVIII, p. 52.

BASSIN DE PARIS.	BASSIN DE LA LOIRE ET PLATEAU CENTRAL.	FAUNES MARINES.	FAUNES LACUSTRES.
	Sables et argiles de la Sologne.	Faluns de Doué ?	.....
	Marnes de l'Orléanais.	.....	.....
Sables granitiques et Argile à silex.	Sables de l'Orléanais.	Faluns de la Touraine.	Chevilly, Beaugency, Neuville-aux-Bois.
Failles de l'Eure. — Discordance entre les Sables de l'Orléanais et le Calcaire de Beauce, dans la Beauce et aux environs d'Orléans.			
Calcaire de Beauce supérieur.	Calcaire de Beauce supérieur.	.....	Montabuzard, Fay-aux-Loges.
.....	Molasse du Gatinais.	.....	.....
Meulières de Beauce.	Calcaire de Beauce inférieur.	.....	Billy près Selles-sur-Cher, Orléans.
Sables de Fontainebleau.	.....	Ormoy, Jeurres, etc.	.....
Soulèvement principal des Pyrénées. Failles de Sancerre et de la Nièvre (système du Sancerrois).			
Calcaire de la Brie, de Château-Landon.	Calcaire lacustre du Berry.	.....	.....
Gypse, calcaire de Champigny.	Terrain sidérolithique du Berry. — Arkoses de Bellac et de Limoges. — Sables granitiques, avec minerai de fer et de manganèse, de Thiviers et d'Excideuil.	Montmartre, Provins, Ludes.	Gypse de Montmartre.
Calcaire de Saint-Ouen.	.....	.....	Saint-Ouen.
Sables de Beauchamp.	.....	Beauchamp, Auvers, etc.	.....
Soulèvement et failles du Pays de Bray (d'après M. de Lapparent) ; soulèvement de Beynes.			
Calcaire grossier supérieur.	Calcaire et marnes des Prunes, près Argenton.	.....	Longpont, Passy, Morancez, Provins, Les Prunes.
Calcaire grossier moyen et inférieur.	.....	Parnes, Chaussy, Grignon, etc.	.....
Sables nummulitiques du Soissonnais.	.....	Cuise-Lamothe.	.....
Argile plastique et Lignites.	Argile à silex et grès ladères.	.....	Mont-Bernon.
Sables de Bracheux.		Bracheux.	.....

qui ont mis fin à la période éocène et amené dans le bassin parisien l'invasion de la mer des *Sables de Fontainebleau* (Oligocène).

Ces accidents sont loin d'être localisés dans le bassin de la Loire; si nous nous reportons dans la région pyrénéenne, nous voyons que Dufrénoy (1) distingue un *soulèvement principal* (système des Pyrénées) qui « a eu lieu après le dépôt des terrains de craie et avant celui des terrains tertiaires. » Or la partie supérieure du terrain de craie de Dufrénoy est constituée par le terrain nummulitique, qui dans les Pyrénées se termine par une couche puissante de poudingues (Poudingue de Palassou), avec lentilles calcaires intercalées; ces couches, par leur faune, se rattachent à la période paléothérienne (Mas-Saintes-Puelles); elles sont fortement redressées sur tout le bord septentrional de la chaîne. Quant aux terrains tertiaires de Dufrénoy, ce sont ceux qui constituent le bassin de Bordeaux; ils présentent à leur base le Calcaire à Astéries, qui vient se placer dans l'Oligocène sur l'horizon des Sables de Fontainebleau. On voit ainsi que le *système des Pyrénées*, tel que Dufrénoy l'a défini, vient se placer entre l'Éocène et l'Oligocène et est, par suite, *synchronique* du *système du Sancerrois*.

M. Tournouër ne prend pas la parole pour contredire en rien l'intéressant travail de M. Douvillé, avec lequel il croit au contraire être d'accord sur tous les points principaux, autant qu'il a pu en juger à l'audition de sa communication. Il veut seulement dire pour le moment, qu'il a vu avec plaisir que M. Douvillé avait été amené, par des observations personnelles très-précises, à admettre la division de l'ancien *Calcaire de Beauce* en deux groupes séparés par des sables, un Calcaire de Beauce inférieur correspondant au calcaire à Limnées d'Étampes, et un Calcaire de Beauce supérieur correspondant au calcaire à *Helix* d'Orléans. Cette division, indiquée déjà par Constant Prévost, a été reprise formellement par M. Tournouër en 1867 (2) comme une division à la fois géographique, stratigraphique et paléontologique, correspondant à ce que l'on observe dans le bassin de la Garonne, où les grandes masses minérales du *calcaire blanc d'Agen*, des *calcaires gris de Saucats et de l'Agenais*, et des *calcaires bigarrés du Gers et de l'Armagnac*, dessinent, sur de grandes surfaces, des niveaux et des horizons géologiques excellents, entre lesquels viennent s'intercaler les assises marines, inconnues dans le Nord, des faluns de Bazas (étage Aquitanien de M. Mayer, Oligocène supérieur des Allemands), ou les mollasses fluviatiles représentatives de ces dépôts marins.

Il n'avait pas été tenu compte de cette division de la masse du Cal-

(1) *Expl. Carte géol. de France*, t. III, p. 117.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXIV, p. 484 et s.

caire de Beauce, dans les feuilles précédentes de la nouvelle Carte géologique de la France, qui s'étendaient cependant déjà sur la région où cette division se manifeste ; M. Tournouër se félicite de la voir acceptée et introduite dans la légende de la feuille nouvelle présentée par M. Douvillé.

Quant à la classification, proposée par M. Douvillé, des calcaires lacustres du Berry dans un étage plus ancien que celui du Calcaire de Beauce, elle paraît aussi à M. Tournouër, quoiqu'il n'ait jamais vu de fossiles de ces calcaires du Berry, très-plausible et conforme à ce qui a été observé dans le Sud-Ouest, dans la Touraine, dans le Perche, dans le pays Chartrain, et, en général, sur la lisière des bassins lacustres miocènes.

M. Michel-Lévy donne lecture de la note suivante :

Note sur les **Roches porphyriques** *des environs du lac de* **Lugano,**

par M. A. **Michel-Lévy.**

M. B. Studer a publié (1) récemment une note sur les roches porphyriques des environs du lac de Lugano; résumant les travaux dont cette région a été l'objet jusqu'en 1869, et commentant notamment de nouvelles analyses des deux principales formations de la contrée, il arrive à des conclusions que nous nous proposons de discuter ici; mais auparavant nous allons brièvement récapituler les travaux antérieurs que M. Studer énumère.

L. de Buch a distingué à Lugano une formation de porphyres rouges quartzifères, et des porphyres noirs qu'il a crus plus récents et qu'il a assimilés aux mélaphyres du Tyrol.

En 1833 M. Studer découvre (2) entre Melano et Maroggia plusieurs filons de porphyre quartzifère rouge traversant le porphyre noir.

La même année MM. F. Hoffmann et A. Escher explorent (3) la presqu'île de Morcote et y signalent un mélange tellement inextricable de porphyres rouges et noirs, que, malgré les filons de Maroggia, ils émettent l'opinion que ces deux roches sont de même âge.

MM. Brunner (4) et Girard (5) croient avoir vu des filons de porphyre noir dans le porphyre rouge.

(1) *Die Porphyre des Luganersee's, Zeitschrift der D. geol. Gesell.*, t. XXVII, p. 417; 1875.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re sér., t. IV, p. 54.

(3) *Ibid.*, p. 103.

(4) *Schweiz. Denkschrift.*, t. XII; 1852.

(5) *Leonh. Jahrb.*, 1851, p. 336.

Plus récemment MM. Gaëtano Negri et Emilio Spreafico (1) considèrent comme d'âge voisin, non-seulement les porphyres précédents, mais encore le granite drusique de Figino et même les pechsteins de Grantola. Pour eux, tous les porphyres de Lugano sont compris entre des micaschistes qu'ils rapportent au terrain permien, et la dolomie triasique du Mont La Nave. Seulement le raisonnement qui les amène à classer les micaschistes de Morcote dans le Permien, ne nous paraît pas à l'abri de toute critique (2).

Dans sa dernière note, M. Studer donne les résultats de recherches microscopiques poursuivies sur les roches de Lugano par M. Fischer; ils lui paraissent peu concluants. Pour nous, nous serions porté à croire que les échantillons dont disposait M. Fischer ne sont pas identiques avec ceux que nous avons recueillis sur place en 1872 : ainsi il n'aurait trouvé dans le porphyre rouge que de l'orthose et quelques taches verdâtres pinitoïdes; le porphyre noir ne contiendrait également comme feldspath défini que de l'orthose, associé à des cristaux verts, allongés, d'amphibole, à du fer oxydulé et à de la pyrite magnétique.

En présence d'observations géologiques contradictoires et d'un examen microscopique qui n'a pas fourni de résultats concluants, M. Studer a demandé à l'analyse chimique de spécifier les différences qui doivent exister entre deux séries de roches d'aspect si dissemblable. Dans ce but, il a prié MM. Schwarzenbach et von Fellenberg de recommencer les analyses dues à M. Gargantini Piatti; en voici les résultats :

	PORPHYRE NOIR.			PORPHYRE ROUGE.		
	(3)	(4)	(5)	(3)	(4)	(5)
Silice	69.57	65.471	61.67	84.10	74.706	71.74
Alumine	12.30	15.154	16.38	10.50	11.267	12.60
Oxyde de fer (Fe^2O^3)	14.05	10.642	6.31	Fe 1.10	4.345	2.45
Manganèse oxydulé	»	»	0.30	»	»	0.84
Magnésie	0.49	0.340	3.02	0.03	0.360	1.24
Chaux	1.50	1.611	2.57	0.04	1.641	2.30
Potasse	0.25	3.647	4.22	1.10	3.891	4.14
Soude			3.65			3.41
Eau, matières volatiles	3.25	3.101	3.31	1.93	3.690	3.50
Totaux	101.41	99.966	101.43	98.80	99.903	102.22

La conclusion de M. Studer est que, si l'on tient compte de la pré-

(1) *Mem. del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettre*, t. XI; 1869.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. I, p. 466.
(3) Gargantini Piatti, dans le Mémoire de MM. Negri et Spreafico.
(4) Schwarzenbach, dans la Note de M. Studer.
(5) Von Fellenberg, *ibid.*

sence du quartz libre dans les porphyres rouges, et de son absence dans les porphyres noirs, où se trouve au contraire du fer oxydulé, l'analogie chimique des deux séries est vraisemblable, malgré leur incontestable différence d'aspect.

Nous avons eu occasion de communiquer à différentes reprises à la Société les résultats auxquels l'examen des roches porphyriques de Lugano nous a conduit, soit au point de vue de leur comparaison avec des porphyres français, soit à celui de leur analyse microscopique; nous croyons utile de réunir et de compléter nos précédentes communications sur ce sujet.

Et d'abord, nous ne pouvons accepter même la conclusion restreinte à laquelle arrive M. Studer; abstraction faite des cristaux en débris, les porphyres noirs de Lugano sont des roches *intermédiaires, à pâte* exclusivement feldspathique; les porphyres rouges sont au contraire franchement *acides* et ont un *magma* très-riche en quartz récent. Il en résulte au microscope des différences de structure fort remarquables, que nous décrirons plus loin.

Mais nous rappellerons auparavant que nous avons été amené à assimiler plusieurs roches de Lugano à des porphyres dont l'âge est bien déterminé : ainsi les *porphyres noirs* magnétiques (1) de Maroggia et de Morcote sont identiques avec les porphyres noirs anthracifères de la Loire, du Puy-de-Dôme, du Morvan et des Vosges.

Les *porphyres rouges* sont entièrement assimilables à certains porphyres houillers de la Loire et du Morvan, qui percent nettement les porphyres noirs et dont on trouve des galets dans les conglomérats du terrain houiller supérieur.

Enfin les *porphyres bruns* à sanidine chatoyante (2) et les *pechsteins* des environs de Cugliate et de Grantola sont absolument analogues à certains porphyres permiens de l'Esterel, du Morvan, des Vosges et de la Saxe.

L'analyse microscopique (3) nous a permis de confirmer les rapprochements et les divisions qui précèdent.

I. Les *porphyres noirs* (4), souvent accompagnés de brèches, se montrent en général, au microscope, fluidaux en masse ou par micro-

(1) *Note sur les Roches porphyriques du terrain anthracifère, Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. I, p. 464 ; 1873.

(2) Michel-Lévy et Douvillé, *Note sur les Granulites et les Porphyres quartzifères des environs d'Avallon, Bull.*, 3e sér., t. II, p. 195 ; 1874.

(3) *De quelques caractères microscopiques des roches anciennes acides, considérés dans leurs relations avec l'âge des éruptions, Bull.*, 3e sér., t. III, p. 199 ; 15 fév. 1875.

(4) *Ibid.*, p. 207.

lithes; ils ont tous les caractères des roches intermédiaires et ne présentent pas la structure pétrosiliceuse ou sphérolithique. Leurs cristaux en débris sont composés de fer oxydulé, d'amphibole et de feldspath ; ce dernier minéral, rarement frais, est souvent triclinique.

Les roches similaires françaises contiennent parfois, en outre, des grains de quartz ancien et du pyroxène généralement peu abondant, mais qu'il importe de signaler, car il se juxtapose dans les porphyres noirs à l'amphibole qui ne fait jamais défaut (1). Le filon de La Bombarde (Loire) offre un bel exemple de ce mélange.

Au voisinage des filons de porphyre rouge de Maroggia, les salebandes en porphyre noir se montrent au microscope remarquablement riches en serpentine concrétionnée de consolidation récente, vraisemblablement due à une décomposition de l'amphibole.

II. Les *porphyres quartzifères rouges ou gris* de Lugano présentent au microscope quatre variétés principales, dont les structures sont fréquentes parmi les porphyres houillers de tous les pays.

1° Entre Melano et Rovio, le porphyre brun-foncé, avec feldspath rouge monoclinique et triclinique et avec mouches vertes de chlorite, paraît au milieu des brèches de porphyre noir; c'est une belle microgranulite (2), se chargeant souvent de nombreux microlithes feldspathiques, et, malgré l'apparence compacte de la pâte, cette roche est entièrement cristallisée ; elle est très-analogue aux porphyres de Saint-Germain-Laval et de Villerest (Loire).

2° Aux environs de Morcote, on connaît plusieurs filons minces, gris truités, chargés de chlorite ou de mica noir, dans les micaschistes qui affleurent au bord du lac. La pâte de ces porphyres se montre au microscope sphérolithique, avec globules à extinction, du type de ceux de Sillé-le-Guillaume ou de Lucenay-l'Évêque près Autun.

3° Près de Valgana, la roche rouge à gros grains est entièrement cristallisée, même à l'œil nu, et appartient au type des micro-pegmatites; certaines variétés présentent de beaux cristaux de quartz et de feldspath dans de véritables druses. Le porphyre de Valgana est généralement très-chargé d'une matière stéatiteuse verdâtre, et rappelle entièrement le porphyre de Saint-Honoré-les-Bains (Nièvre).

4° Les porphyres rouges en filons minces dans les porphyres noirs à Maroggia, en masse au-dessus des micaschistes à Morcote et près de la

(1) Dans une note précédente, nous avons décrit ce minéral comme pouvant être une seconde variété d'amphibole très-peu dichroïque et très-difficile à distinguer du pyroxène. De nouvelles plaques nous ont présenté le même minéral sous des formes cristallines qu'on ne peut rapporter qu'au pyroxène.

(2) *De quelques car. microsc. des roches anc. acides*, p. 212 et 231.

mine de galène du Mont-Martica (1), nous ont donné les plus beaux exemples de micro-pyromérides avec globules à extinction, encore franchement pétrosiliceux; les plus forts grossissements ne parviennent pas à décomposer ces globules en éléments cristallisés; leur structure rayonnée est bien visible à la lumière naturelle, et cependant ils s'éteignent nettement entre les Nicols croisés, en même temps que les débris de quartz ancien qui leur servent souvent de centre. Autour de ces globules se développe une pâte granulitique, très-riche en talc, dont les petites paillettes, de consolidation plus récente que tous les autres éléments du magma, s'irisent fortement dans la lumière polarisée.

Ces roches sont très-analogues au porphyre de La Porte, près Sainte-Pérouse (Morvan), et plus généralement à toute une classe d'eurites riches en talc, qui se montrent dans le Morvan légèrement postérieures aux porphyres truités, chloritiques ou micacés, à grands cristaux, et antérieures aux eurites pinitifères du type de La Celle, près Autun.

III. Il convient de séparer entièrement, des porphyres noirs, gris et rouges précédents, les *roches porphyriques brunes* (2) des environs de Cugliate et de Grantola; elles sont toutes fluidales et sphérolithiques, avec globules à croix noire entre les Nicols croisés, et présentent même souvent des traces encore peu altérées de cristallites et de trichites; leur série comprend d'ailleurs de vrais pechsteins, comme les séries analogues de la Saxe et de l'Esterel.

Nous avons déjà signalé (3) la teinte bleue chatoyante que présente la sanidine de quelques-uns des porphyres de Cugliate; par une remarquable coïncidence, plusieurs des pechsteins de Fréjus et quelques échantillons de porphyre violet de Siebenlehn (Saxe) nous ont donné le même phénomène. La sanidine chatoyante de ces roches, examinée aux forts grossissements, ne montre qu'un seul caractère commun à tous les échantillons; elle est traversée par de nombreux clivages qui se résolvent en fines granulations sinueuses, discontinues; c'est peut-être à une série de réflexions sur des plans parallèles très-voisins qu'il faut donc rapporter cet éclat chatoyant.

Les courses que nous avons faites aux environs de Lugano nous paraissent confirmer les résultats de ces comparaisons et de ces observations microscopiques. De l'aveu même de MM. Negri et Spreafico, les porphyres bruns de Cugliate, bien que formant une enclave séparée, paraissent plus récents que les porphyres voisins. Ces derniers figurent dans leur ensemble une ellipse allongée dans la direction N. 62° E.; le

(1) *Ibid.*, p. 214 et 232.
(2) *Ibid.*, p. 221 et 234.
(3) Michel-Lévy et Douvillé, *Note sur les Granulites*, *loc. cit.*

porphyre noir paraît former au nord de cette ellipse de vastes coulées sur les micaschistes sous-jacents; ces coulées sont percées par des filons et surmontées par des masses de porphyre rouge.

Quant à l'apparente confusion de ces diverses formations en certains points, il faut en chercher l'explication dans les dislocations récentes, qui ont laissé par toute la contrée des traces non équivoques. Ainsi, à Voldomino une coulée de porphyre noir, sur laquelle repose la dolomie triasique, a été relevée verticalement avec les couches voisines, et pourrait au premier abord être prise pour un filon d'injection.

M. Jannettaz fait la communication suivante :

Note :

1° *Sur l'*Analyse minéralogique *de quelques* roches *de la* Haute-Savoie *et sur leurs* propriétés thermiques; 2° *Sur les applications des* propriétés thermiques *à la* Cristallographie,

par M. Ed. Jannettaz.

I. *Étude de quelques roches de la Haute-Savoie.*

Pendant les excursions que la Société géologique vient de faire dans les Alpes de la Haute-Savoie, j'ai recueilli un assez grand nombre d'échantillons de roches dans les localités classiques. Je les ai fait tailler en plaques que j'ai recouvertes de graisse colorée, et en échauffant un point de leur surface au moyen de mon appareil (1), j'ai produit les courbes isothermes de fusion.

Les roches de cette contrée, qui offrent les différences les plus grandes pour la propagation de la chaleur dans les différentes directions, sont les schistes argileux.

Les schistes houillers noirs des environs de Motivon, près du col de Voza, très-fissiles, luisants sur le plan de clivage, à grains très-fins, difficilement fusibles au chalumeau en petits globules jaunâtres, donnent pour courbe de fusion une ellipse, sur toutes les sections perpendiculaires au plan de schistosité; les axes de ces ellipses sont entre eux dans un rapport constant, celui de 1,8 à 1. Sur le plan de fissilité la courbe est circulaire.

On retrouve le même rapport dans les schistes rouges et verts de la vallée de Salvan, près de Vernayaz, qui sont regardés comme apparte-

(1) Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, 4e sér., t. XXIX, p. 25; 1873.

nant au terrain carbonifère, et qui ressemblent beaucoup, au premier abord, aux schistes ardoisiers des terrains inférieurs. Cette roche est fusible au chalumeau en globules presque incolores. Au microscope, elle se montre formée de grumeaux d'une matière brune, disséminés au milieu d'espaces plus clairs, consistant eux-mêmes en fibres de couleur verte, entremêlées avec d'autres fibres qui n'apparaissent que lorsqu'on les regarde entre deux Nicols en croix, parce qu'elles s'y colorent en rose, tandis que les fibres vertes deviennent simplement sombres. La matière verte, insoluble dans l'acide chlorhydrique, mais décomposée par l'acide sulfurique concentré, est évidemment une variété de Sismondine ou de Chloritoïde. Les autres fibres ressemblent à de la Pyrophyllite. Il se mêle à tous ces éléments un peu de mica d'un jaune brunâtre.

La composition chimique de la roche a été déterminée dans le laboratoire des Hautes-Études de M. Frémy :

Silice	49.31
Alumine	31.04
Fer oxydulé	8.08
Oxyde de manganèse	0.39
Chaux et magnésie	1.03
Soude	4.05
Potasse	1.77
Eau et matières organiques	4.33
Total	100. »

Cette analyse a été faite d'après le procédé que M. Terreil a fait connaître tout dernièrement pour le dosage des alcalis. J'ai retrouvé les mêmes proportions de silice, d'alumine, de fer, de manganèse, de chaux, de magnésie et de potasse, mais une quantité plus faible de soude, en suivant le procédé ordinaire. J'ai obtenu 2,85 pour densité de cette matière.

Un second schiste violacé des environs de Vernayaz, déjà moins fissile, à grains plus grossiers, très-riche en mica, difficilement fusible au chalumeau, mais s'y décolorant, donne, sur les sections perpendiculaires au plan de clivage, des ellipses dans lesquelles le rapport des axes n'est plus que de 1,412. La densité en est un peu inférieure à celle de la roche précédente ; elle n'est que de 2,75.

Dans cette roche, le mica, très-visible, se rassemble ordinairement en membranes ondulées, comme dans les micaschistes ; il y brille d'un éclat argentin. La masse est formée d'un grès argileux micacé, sans doute dérivé du Poudingue de Valorsine, devenu schisteux par métamorphisme. Au microscope les lamelles de mica ont la forme de losanges ou d'hexagones réguliers ; on aperçoit, dans la section parallèle

au clivage, des fibres brunes, entre lesquelles sont alignés des granules de matière verte, qui se décomposent, comme les précédentes, en fibres vertes ou inactives sur la lumière polarisée, et en fibres actives entre des Nicols en croix ; souvent ces fibres sont parallèles aux grandes diagonales des rhombes de mica. Dans une plaque amincie de façon à être transparente perpendiculairement au plan de clivage, on observe des fibres brunes parallèles à ce plan, entremêlées de fibres vertes orientées dans tous les sens. Le mica est à deux axes, comme celui des poudingues de Valorsine; les plages vertes me paraissent également ici un mélange de Chloritoïde et de Pyrophyllite.

Un autre schiste violacé, à mica blanc, identique, comme le précédent, avec celui des poudingues houillers de La Joux, mais provenant du col de Voza, est infusible et se décolore au chalumeau. Il montre deux directions planes de fissilité, l'une beaucoup plus nette que l'autre, et rectangulaires entre elles. Sur une plaque perpendiculaire à la première, l'ellipse est assez allongée : le rapport des axes est de 1.412. Sur une section perpendiculaire au plan de clivage plus difficile, la courbe thermique est une ellipse dont le grand axe, parallèle à la direction de fissilité, est au petit dans le rapport de 1,08 à 1.

Plus de deux ans après mon premier mémoire sur *la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés* (1), et plus d'un an après ma première note sur la *propagation de la chaleur dans les roches à texture schisteuse* (2), M. Dufet a publié des recherches analogues aux miennes, mais qu'il avait plutôt dirigées vers l'étude de la compression subie par les fossiles en même temps que par la roche qui les renferme (3). Ces recherches confirment les miennes, comme l'a reconnu M. Delesse. Je regrette que M. Dufet ait préféré le procédé primitif à celui que j'emploie; bien qu'il mène à une approximation de quelques centièmes, il pourrait induire en erreur, lorsqu'il s'agit de distinguer d'un cercle une ellipse dont les axes sont entre eux dans un rapport très-voisin de l'unité.

M. Dufet a aussi observé dans certaines roches schisteuses un ellipsoïde à trois axes de conductibilité thermique. J'ai toujours reconnu que certains schistes ardoisiers présentent à la fois plusieurs directions planes de schistosité, et cela, je dois le dire, avec les auteurs les plus éminents en Lithologie. Je l'ai indiqué dans mon ouvrage intitulé : *Les Roches : description de leurs éléments, guide pratique* (p. 140). L'analogie pourrait donc se poursuivre jusque-là entre les roches et les corps cristallisés à clivages multiples.

(1) *Ann. Chimie*, 4e sér., t. XXIX, p. 5 ; 1873.
(2) *Comp.-Rend. Ac. Sciences*, 27 avril 1874.
(3) *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 2e sér., t. IV, mai 1875.

Je livrerai prochainement le résultat de mes observations sur des schistes des environs de Deville, où l'on connaît une direction plane de séparation, nommée le *longrain*, à peu près perpendiculaire au plan appelé *clivage*, comme me l'a fait observer dernièrement M. Nivoit, ingénieur des mines à Mézières.

Comme dernier exemple de schiste, je citerai celui du Trias des Bains de Saint-Gervais. Aux portes mêmes de l'établissement thermal, on voit une muraille naturelle, formée de schistes satinés, dont la matière luisante, tendre, a l'éclat gras, et, une fois réduite en poudre, est douce au toucher, comme la poudre de talc. La roche est verdâtre sur le plan de schistosité, plutôt jaune ou violacée dans les plans perpendiculaires. Au microscope on y observe des grains de quartz, qui se colorent de teintes irisées entre des Nicols croisés, et des lamelles nombreuses de mica, le tout mêlé d'argile. Sa densité est de 2,636.

Elle est composée de :

Silice	63.00
Alumine	20.82
Peroxyde de fer	4.28
Magnésie	4.00
Chaux	traces
Potasse	2.53
Soude	2.78
Eau (perte par calcination)	3.20
Total	100.61

Cette analyse montre que la proportion du quartz ne doit pas dépasser le tiers de la masse de la roche. L'ellipsoïde isotherme, allongé parallèlement au plan de clivage, a son petit axe perpendiculaire à ce plan. Le rapport du grand axe au petit est de 1,5.

Parmi les schistes cristallisés, celui qui m'a donné le rapport le plus considérable avait été recueilli en place sur le flanc de la vallée où coule la Mer de glace, à peu près à la hauteur du point appelé *l'Angle*. C'est un gneiss assez riche en mica. J'ai trouvé 1,23 pour rapport des deux axes de l'ellipse sur une plaque perpendiculaire au plan de schistosité. En certains points le rapport est de 1,45 ; mais cela tient à la position des cristaux de feldspath, qui s'y trouvent couchés suivant la schistosité.

Un échantillon de gneiss extrait d'un des gros blocs qui accidentent la route de Chamonix au Montanvers, à la hauteur de La Filiaz, renfermant plus de feldspath que le précédent, et passant à la protogine schisteuse, présente un ellipsoïde thermique dont le petit axe est au rayon équatorial dans le rapport de 1 à 1,21.

J'ai opéré aussi sur du gneiss qui apparaît au contact du poudingue

houiller, à La Joux, entre Les Tines et Argentière, et qui forme une brèche en mêlant ses fragments aux éléments de ce *poudingue*, dit *de Valorsine*. Ce gneiss m'a donné un rapport plus faible : 1,122. Le feldspath est un peu kaolinisé dans l'échantillon essayé. Le mica blanc, argentin, est à deux axes assez écartés, comme celui du poudingue.

Sur les calcaires jurassiques de la même région j'ai retrouvé des résultats analogues.

Un calcaire très-argileux, micacé, très-fissile, renfermant des Bélemnites, qu'on trouve en descendant du Mont-Lachat vers Les Houches, montre d'assez grandes différences entre les pouvoirs conducteurs parallèlement et perpendiculairement à son plan de fissilité, puisque dans le plan perpendiculaire le grand axe de l'ellipse thermique est de 1,308, la longueur du petit axe étant prise pour unité.

Les calcaires proprement dits, noirs, à veines blanches, qu'on rencontre aux environs de Bonneville, aussi bien que ceux de la localité précédente, donnent le rapport plus faible de 1,06.

Toutes ces roches, on le voit, manifestent par une schistosité plus ou moins nette la cause qui a déterminé en elles cette texture, c'est-à-dire la pression, aussi bien les roches jurassiques que les plus anciennes.

De plus, aux environs même de Genève, un grès très-calcarifère, où l'on voit se dessiner des zones très-fines, et qui est rapporté par M. A. Favre au terrain néocomien, donne encore le rapport 1,03.

J'ai examiné quelques roches d'autres régions. Dans une marne magnésienne schisteuse, renfermant des rognons de ménilite, des Calcaires de Saint-Ouen, j'ai trouvé le rapport 1,4 entre les axes des ellipses toujours allongées parallèlement à la direction des feuillets.

II. *De la densité réticulaire des corps suivant les plans de schistosité ou de clivage et suivant la direction perpendiculaire à ces plans.*

En résumé, ces roches, comme toutes celles que j'avais examinées jusqu'ici, démontrent *invariablement et avec la plus grande netteté*, que la chaleur se propage toujours plus facilement le long des plans de schistosité, que normalement à ces plans.

Comme la schistosité d'une roche doit tenir le plus souvent à la pression qu'elle a subie, mes résultats, comme le fait remarquer M. Dufet, sont d'accord avec ceux qu'avait obtenus de Senarmont. Mais, d'abord, de Senarmont n'a opéré que sur des corps comprimés artificiellement, tels que le verre ou la pâte de la porcelaine. En comprimant une masse de verre entre les deux mâchoires d'un étau, de Senarmont a produit, à la surface de la plaque, des ellipses à petit axe perpendiculaire à la pression. J'ai signalé moi-même cette expé-

rience dans mon mémoire cité plus haut (1). C'est précisément pour m'en rendre compte que j'ai cherché comment la chaleur se comporte dans les roches schisteuses. Je dois dire que l'accord des résultats de mon célèbre devancier et des miens est plutôt apparent que réel ; quant à l'explication du fait, elle est diamétralement opposée. Car de Senarmont était parvenu à cette conclusion, que les corps à équilibre forcé se comportaient autrement que les corps à équilibre normal ; et c'est là, sans doute, ce qui l'a empêché de saisir la relation que j'ai découverte entre les directions de clivage plus facile et de plus facile propagation de la chaleur dans les cristaux. M. Dufet, d'ailleurs, est tout à fait de mon avis sur ce point ; car, au lieu d'admettre, comme de Senarmont, qu'on rapproche indéfiniment les parties d'un corps, quand on le comprime, dans le sens de la pression, il admet qu'un cylindre comprimé s'étale. C'est que la question a été bien éclaircie depuis de Senarmont par les remarquables expériences de M. Tresca sur l'écoulement des corps solides.

On sait en effet que, si l'on comprime un corps solide, on en rapproche les parties suivant la direction où la pression s'exerce ; or, pendant ce rapprochement forcé, l'attraction relative des particules solides situées dans deux plans parallèles entre eux et perpendiculaires à la pression diminue de plus en plus. On comprend, par suite, qu'il puisse y avoir rupture entre les deux plans. Ici interviennent les observations de M. Tresca. Le corps comprimé s'élargit latéralement ; mais, si les parties qui tendent à glisser, à s'échapper dans le plan perpendiculaire à la pression, rencontrent un obstacle, elles se resserrent les unes contre les autres. Les argiles se prêtent avec une facilité toute spéciale à cette orientation de leurs particules constituantes, lorsqu'elles se trouvent dans un état convenable d'humidité, comme il résulte de toutes les expériences de M. Daubrée. N'y a-t-il pas là, comme je l'ai toujours dit, une grande analogie entre les roches à texture schisteuse et les cristaux clivables ? Entre les plans de clivage, comme entre les plans de schistosité des roches, cohésion normale plus faible; au contraire, cohésion tangentielle plus forte suivant ces plans. N'est-on pas aussi disposé à en conclure qu'il y a dans tous ces faits la démonstration de ce principe admis par Bravais et par la généralité des cristallographes, que la densité réticulaire est plus grande le long des plans de clivage que perpendiculairement à ces plans?

Que devient l'expérience de de Senarmont ?

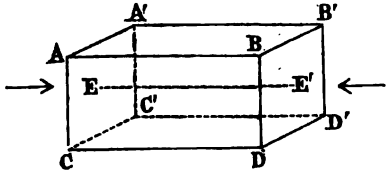
Bien que rien de ce qui précède ne l'infirme *à priori*, elle ne me paraît pas très-nette, au point de vue expérimental ; car de Senarmont

(1) *Ann. Chimie*, 4e sér., t. XXIX, p. 11 et 81.

observait la courbe isotherme à la surface du verre, et cette surface devait se courber en forme de cylindre, comme le démontrent les phénomènes optiques. En outre, il faisait traverser la plaque par une tige dont il chauffait une extrémité ; il est évident que si la plaque était comprimée, la tige l'était aussi et prenait la forme d'une ellipse ayant son petit axe parallèle à la pression. Or, les ellipses thermiques n'avaient qu'une faible excentricité.

Enfin, je mentionnerai une expérience que j'ai faite l'année dernière dans le laboratoire des recherches de M. Jamin, à la Faculté des Sciences. Entre les deux plateaux de la presse à huile, rendue horizontale, que M. Jamin a bien voulu mettre à ma disposition, j'ai placé une plaque de verre de 2c,175 d'épaisseur, sur 16c de longueur et 12 de largeur. Deux faces latérales (fig. 1), ABCD, A'B'C'D', avaient été polies pour permettre d'observer au travers de la plaque les phénomènes optiques développés par la pression ; en avant et en arrière de ces faces,

Fig. 1.



AA'CC', BB'DD', faces sur lesquelles la pression agit dans les sens indiqués par les flèches.

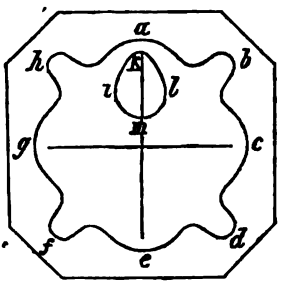
AA'BB', face sur laquelle on produit les courbes.

ABCD, A'B'C'D', faces polies au travers desquelles on observe les colorations.

j'avais disposé deux Nicols croisés. J'ai vu apparaître dans la plaque des bandes colorées très-symétriques par rapport à la ligne moyenne, EE', ce qui démontre l'égalité de pression au-dessus et au-dessous de cette ligne. Les bandes supérieures et inférieures sont restées de la même couleur; cette couleur changeait à mesure que la pression s'élevait de plus en plus. Enfin, un peu avant le moment où j'ai cessé de pouvoir faire avancer la vis de la presse, les bandes ont pâli. La surface de la plaque était enduite de graisse. J'ai produit des courbes isothermes en différents points de cette surface à six époques successives de l'accroissement de la pression ; ces courbes étaient toutes des cercles. Une seule a été une ellipse, dont les axes étaient entre eux dans le rapport 1,01 ; mais cette différence des axes est trop peu sensible pour être regardée comme sérieuse, ou comme n'étant pas déjà du domaine des erreurs de l'expérience.

A ces expériences j'en comparerai deux autres, qui me semblent démontrer que la chaleur se propage le mieux suivant les directions de plus grande densité réticulaire. L'une a été faite sur une plaque de verre trempé, ayant la forme d'un prisme à base carrée modifié sur ses arêtes latérales. Dans l'appareil de Norremberg, on observe au travers de la plaque les colorations dues à la polarisation chromatique, si connues des physiciens (fig. 2).

Fig. 2.



a b c d e f g h, courbe optique.
k i l m, courbe thermique.

Ces couleurs étaient répandues sur une courbe concave vis-à-vis des arêtes, convexe vers les faces de la plaque. La courbe isotherme que j'ai développée à la surface de la plaque, était en dedans de la courbe optique ; elle avait une forme circulaire du côté interne, mais s'allongeait en poire du côté externe ; elle était à une assez grande distance de la périphérie de la plaque pour que je n'en attribue pas la forme à l'influence de cette périphérie. La plaque avait été trempée peu avant mon expérience. Cela signifie pour moi, que, portée lentement à une température voisine de la fusion du verre, mais refroidie brusquement par un courant d'air, elle s'était plus contractée vers les bords que dans la région intérieure. Cette condensation qui augmente du centre vers les bords devait en effet allonger de plus en plus la courbe isotherme dans la même direction.

J'ai obtenu aussi des ellipses assez nettes, allongées perpendiculairement aux faces, dans des prismes de verre trempé à section rectangulaire.

III. *Utilité de ces recherches.*

Je n'ai pas à revenir sur toutes les conséquences de ces résultats;

j'en ai déjà signalé les plus immédiates, sinon les principales (1). Mais il en est une qui intéresse plus spécialement la Cristallographie. Les nombres qu'on tire de la mesure des surfaces de conductibilité thermique, les inclinaisons de leurs axes, sont autant de constantes qui caractérisent les espèces minérales et qui ont un intérêt d'autant plus sérieux, qu'elles sont, comme je l'ai montré, en relation avec celles qui mesurent les cohésions tangentielles, et qu'elles aideront peut-être à la connaissance des dimensions réelles des formes primitives.

J'en ferai aujourd'hui l'application à la détermination du système cristallin de l'Amphigène. Un cristal non altéré de la Rocca-Monfina, taillé en cube à faces parallèles à celles de la forme primitive, a été essayé sur toutes ses faces, et j'ai obtenu sur toutes des cercles d'une grande régularité. L'Amphigène serait-elle quadratique au point de vue de la lumière, tout en se comportant comme une substance cubique au point de vue de la chaleur? M. Des Cloizeaux (2) ne s'est pas encore prononcé définitivement sur l'origine des phénomènes optiques présentés par l'Amphigène.

Rectification au sujet de l'action de l'acide sulfurique sur la galène.

Le procès-verbal de la séance du 29 mars 1875 me fait dire (3) que *la galène n'est pas attaquable par l'acide sulfurique concentré.* J'ai voulu rappeler qu'elle n'est pas attaquable par le sulfate neutre de potasse; mais il serait contraire à la vérité de nier l'action de l'acide sulfurique concentré sur la galène.

M. Vasseur fait la communication suivante :

Note sur un **Helix** *du* **Gypse** *des environs de* **Paris**, par M. G. **Vasseur**.

Le Gypse des environs de Paris, comme l'avaient observé Cuvier et Brongniart, se divise au point de vue géologique en deux parties bien distinctes :

1° Les assises inférieures, exclusivement marines et caractérisées, dans quelques lits marneux ou calcaréo-gypseux, par l'abondance des Pholadomyes, des Lucines, des Cérithes, etc.; et 2° les couches lacustres et constituant la *haute-masse* des carriers.

Ces dernières couches renferment de nombreux débris de Vertébrés,

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. III, p. 499.
(2) *Manuel de Minéralogie*, t. II, p. 33.
(3) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 309, lig. 38.

auxquels sont associées, mais rarement, des coquilles d'eau douce et terrestres.

Brongniart, dans sa *Description géologique des environs de Paris*, cite un Cyclostome trouvé dans la masse supérieure de la pierre à plâtre. « C'est dans cette masse, dit-il, et probablement dans les pre-» mières assises, nommées *les fleurs*, qu'on a trouvé des coquilles fos-» siles. Celle que nous possédons est noire et appartient évidemment » à l'espèce que M. de Lamarck a nommée *Cyclostoma mumia* (1). »

Depuis, M. Ch. d'Orbigny a indiqué, sur son *Tableau synoptique des terrains qui constituent le sol du bassin Parisien*, des Cyclostomes, des Lymnées et des Planorbes dans la première masse ou haute masse du Gypse. Mais, des différents fossiles que signale cet auteur, nous n'avons pu retrouver qu'un Planorbe dans les collections du Jardin des Plantes.

La rareté des Mollusques dans les sédiments gypseux supérieurs de Paris m'engage à faire connaître à la Société géologique un intéressant spécimen récemment trouvé à Noisy-le-Sec. C'est un petit *Helix*. Comme les coquilles d'eau douce et terrestres déjà rencontrées dans la pierre à plâtre, il provient de la masse supérieure et des couches que les ouvriers désignent sous le nom de *petits bancs*.

La découverte de ce Mollusque est due à un fabricant de plâtre de Noisy, M. Blancheteau, qui s'applique, avec un soin extrême, à recueillir les fossiles de sa carrière.

L'*Helix* dont il s'agit a environ 13 millimètres dans son plus grand diamètre et 6 de hauteur. Il n'est point noir comme le Cyclostome cité par Brongniart. Le test en est d'ailleurs partiellement détruit ou se réduit en poussière blanche.

Comme ce fossile est légèrement déformé, il n'est plus possible d'en donner une détermination précise. Toutefois, on peut reconnaître qu'il est subglobuleux et un peu déprimé. La spire est courte, convexe et assez obtuse au sommet; elle compte cinq tours étroits. Le dernier est proportionnellement un peu plus grand; il est subanguleux, mais l'angle disparaît vers l'ouverture. Cette dernière est assez inclinée sur l'axe longitudinal.

Ces divers caractères, bien que n'autorisant aucune détermination, se retrouvent dans l'*Helix Heberti*, avec lequel notre fossile paraît avoir les plus grands rapports. Si ce Mollusque devait être rapporté à cette espèce, il faudrait rapprocher ce fait de la présence, dans la pierre à plâtre, du *Cyclostoma mumia*, puisque ces deux espèces appartiennent au Calcaire de Saint-Ouen.

Quant à la rareté des Mollusques dans les couches supérieures du

(1) *Descr. géol. env. Paris*, 2e édit., p. 405; 1835.

Gypse de Paris, elle résulte, sans contredit, de ce que ces dépôts, comme leur nature l'indique d'ailleurs, se sont formés dans des eaux absolument impropres à la vie animale. De même que les restes de Vertébrés que l'on trouve dans la haute masse de la pierre à plâtre, les coquilles terrestres et d'eau douce que l'on y rencontre par hasard ont donc dû être charriées dans le lac du Gypse par les rivières qui y déversaient leurs eaux.

Le Secrétaire analyse les notes suivantes :

Histoire des **Terrains stratifiés** *de l'***Italie centrale,** *se référant aux périodes primaire, paléozoïque, triasique, rhétienne et jurassique,*

par M. H. **Coquand.**

DEUXIÈME PARTIE.

Je crois avoir démontré, dans la première partie de mon travail (1), la complète indépendance des calcaires rouges à *Ammonites obtusus* de l'Italie centrale par rapport aux calcaires saccharoïdes, et, par suite, l'impossibilité de considérer ceux-ci comme l'équivalent métamorphique des premiers. D'un autre côté, la discordance qui existe dans les Alpes Apuennes entre les marbres et les schistes cristallins, s'oppose à ce qu'on en fasse les deux termes d'une formation géologique unique. Mais il y a plus : si entre les calcaires rouges et les marbres, au cap Corvo et sur d'autres points de la Toscane, s'interposent l'Infralias, la zone à *Avicula contorta*, le Trias, le Permien, quels arguments pourrait-on mettre en avant pour soutenir l'origine liasique des marbres, qui occupent une place opposée dans la série stratigraphique (2)?

(1) Voir *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 26; 1874.

(2) Je reçois, trop tard pour en faire bénéficier ma rédaction, un travail très-important de M. Carlo de Stefani (*Considerazioni stratigrafiche sopra le rocce più antiche delle Alpi Apuane;* Rome, 1875), dans lequel l'auteur fait preuve d'autant de sagacité géologique que de connaissance des lieux. C'est une monographie complète d'une région célèbre, que beaucoup de géologues ont visitée sans avoir pu la connaître à fond.

Contrairement à l'opinion de M. Cocchi et à la mienne, M. de Stefani admet la concordance parfaite entre les schistes cristallins et les marbres saccharoïdes. Les premiers, dans lesquels prédominent des gneiss feldspathiques, des micaschistes, se subordonnent, comme à Trambiserra, quelques bancs de cipolins, de schistes ardoisiers et graphitifères, et se terminent par des calschistes quartzeux et des anagénites.

Je n'ai point à revenir ici sur la description des marbres statuaires des Alpes Apuennes, qui ont été l'objet de nombreux travaux. Mais, en dehors des Alpes Apuennes, il existe une région qui appartient à la même formation, et qui, si elle n'a pas fourni à la statuaire, à l'architecture et aux arts d'ornementation, des produits aussi abondants et aussi purs que ceux auxquels Carrare et l'Altissimo doivent leur célé-

La coupe de Monte-Corchia offre le plus grand intérêt; elle fournit la succession suivante, au-dessus des schistes cristallins anciens :

1° Calcaire *grezzone* (1) non cristallisé.

2° *Grezzone* très-compacte et employé pour pierres lithographiques, passant insensiblement, dans ses parties supérieures, aux marbres saccharoïdes. Il est fossilifère.

3° Un paquet de micaschistes et de talcschistes phylladifères.

4° Six bancs de marbre ordinaire et de marbre statuaire blanc.

5° Cipolins et *Bardigli* céroïdes plutôt que saccharoïdes.

6° Quelques bancs de *Grezzone*.

7° Cipolins avec veines de graphite.

8° Enfin, au-dessus des roches calcaires, un système de schistes luisants et de calcaires ocracés, avec graphite.

Les fossiles recueillis dans le *Grezzone* du n° 2 consistent en 13 individus distincts, dont aucun n'a pu être déterminé spécifiquement : on a seulement reconnu qu'ils appartenaient aux genres *Cerithium, Turbo, Rissoa, Chemnitzia*. De plus on a signalé des Crinoïdes.

M. Meneghini penchant à considérer ces fossiles plutôt comme triasiques que comme carbonifères, bien qu'on n'ait pu parvenir à en spécifier un seul, et bien que les genres cités se montrent aussi bien dans le Calcaire carbonifère que dans le Trias, M. de Stefani fait figurer les calcaires fossilifères sous la rubrique du Trias, dans le tableau général par lequel il termine son ouvrage ; mais il a le soin de faire suivre cette qualification de deux points de doute, et de convenir, dans le texte (p. 47), qu'en l'état il est impossible de déterminer leur âge d'une manière absolument précise; il se demande s'il convient de les rapporter aux couches à fossiles carbonifères de Jano, et de proclamer carbonifères, avec une certitude plus grande, ceux des bancs qui, dans les Alpes Apuennes, contiennent du graphite.

Enfin l'auteur introduit dans les terrains d'époque franchement paléozoïque les gneiss, les schistes chloriteux, la grauwacke, les schistes ardoisiers et les cipolins de Como, d'Antona, des Canali du Bottino, de Castagnola, etc.

Le fait capital qui domine toute question d'attribution est, à mon avis, la présence de calcaires fossilifères bien au-dessous des marbres statuaires.

On voit, en définitive, que, dans ce travail, qui fait le plus grand honneur à M. de Stefani, celui-ci n'ose se prononcer sur l'âge des marbres statuaires, et qu'en proposant pour eux, quoiqu'avec la plus grande réserve, une place dans la période triasique, il ne s'appuie que sur une présomption paléontologique manquant complétement de toute autorité scientifique; et pour arriver à une pareille conclusion, on est obligé de créer tout exprès pour eux un Trias qui ne présente aucun caractère commun avec le type classique du Cap Argentaro (cargneules, gypse, dolomies et argiles bariolées), et de forcer ce même Trias du Cap Argentaro à remonter dans l'Infralias (2).

(1) *Grezzone :* nom donné aux calcaires compactes et colorés d'une manière criarde (*brutalamente*).

(2) C. de Stefani : *Un brano di Storia della Geologia toscana a proposito di una recente pubblicazione del S. Coquand* (*Bolletino del R. Comitato geologico*, 1875, n°s 5-6).

brité, rachète largement cette infériorité par le grand nombre de filons métallifères qui la sillonnent dans tous les sens et dont l'exploitation remonte à des temps antérieurs à la création de Rome. Cette région est le Campiglièse, digne en tous points des honneurs d'une monographie géologique.

Le Campiglièse comprend le groupe montagneux et indépendant qui se dresse au-dessus des plaines alluviales de la Cornia et de la Cécina, et qui se soude, entre la Sasseta et Castagnetto, au bourrelet de collines qui s'étend parallèlement à la mer depuis la hauteur de ce dernier village jusqu'aux alentours de Livourne.

Ainsi défini, ce groupe est limité très-naturellement, au sud par la plaine de la Cornia, à l'ouest par la mer, au nord par le chemin de Castagnetto à la Sasseta, à l'est par une ligne allant de la Sasseta au torrent de Rimerdancio et par le cours de ce torrent, qui descend des flancs orientaux du Monte-Calvi.

L'espace compris dans ce périmètre dessine un ovale presque régulier, dont le plus grand diamètre, tracé de Caldana à Castagnetto, mesure près de 17 kilomètres. Ce diamètre passe à peu près par les points culminants du Monte-Valerio, de l'Aqua-Viva, du Monte-Calvi, delle Rochette, en établissant une ligne anticlinale, dont le versant occidental jette ses eaux dans la Méditerranée, tandis que le versant opposé les conduit dans la Cornia. Le diamètre transversal, tiré de San-Vincenzo au Botro della Mula-Matta, mesure 9 kilomètres environ; il recoupe le torrent de l'Aqua-Viva et le sommet du Monte-Calvi, point culminant de la contrée (490 mètres). La distance du Monte-Calvi au Botro della Mula-Matta est de 3 750 mètres seulement; celle de San-Vincenzo au Monte-Calvi de 5 352. Cette différence entre les deux rayons est produite par un redressement presque vertical des strates qui constituent l'ourlet oriental, redressement contre lequel viennent buter, mais à un niveau très-bas, les terrains tertiaires. Dans la région opposée, la plus grande épaisseur se rattache à la présence d'un puissant dyke de granite trachytoïde, qui est accolé aux marbres blancs.

A la saillie conique que le Monte-Calvi dessine au nord de Campiglia, viennent se souder concentriquement les contreforts du Calvino, de la Scala-Santa, du Poggio-Palazetto, del Giardino et delle Rochette, qui dominent des gorges étroites et profondément encaissées. Le revers du Monte-Calvi qui fait face à la Cornia ne renferme, à proprement parler, que le vallon de Rimerdancio. Le torrent de Botro-ai-Marmi, qui descend du cirque de Cappattoli, reçoit, au-dessous de la chapelle de Fucinaja, les eaux de l'Ortaccio; puis il gagne la plaine et la mer.

L'indépendance du Campiglièse comme chaîne de montagnes est franchement accusée par sa forme circulaire, ainsi que par l'influence

que cette disposition a exercée sur la direction des cours d'eau, qui, comme autant de rayons divergents, partent tous d'un centre commun. La physionomie du paysage répond très-bien à la constitution spéciale du sol. En effet, aux formes incertaines et émoussées des terrains tertiaires dont le Monte-Calvi est entouré, succèdent des lignes hardies, un faciès alpestre, qui, malgré la réduction de l'échelle, rappelle les sommités des hautes vallées. Ainsi, vue de la plage de San-Vincenzo, la terre de Campiglia, avec ses pics étagés, ses sommités déchiquetées et taillées en forme d'obélisques et de murailles en ruine, apparaît dans le lointain comme le frontispice et le premier contrefort d'une chaîne de second ordre.

Le vallon de San-Silvestre doit son nom à un village dont la tradition n'a conservé aucun souvenir. Il s'élève, par une pente ménagée, jusqu'au sommet du Monte-Calvi, d'où se déroule, dans tous les sens, un splendide panorama. La vue embrasse les bras allongés du Cap Argentaro, les côtes frangées de Piombino et de Follonica, les ruines de Popolonia, les îles d'Elbe, de la Capraia, de la Gorgona, de Giglio, de Monte-Cristo, archipel magique que la Corse, placée dans le fond du tableau, semble enserrer dans ses longues enfilades de montagnes à sommets blanchis par la neige. Dans le lointain se profilent les Apennins, la silhouette si capricieusement taillée en dents de scie des Alpes Apuennes, et le Monte-Aminta, dont la coupole se dresse indépendante et dominatrice au-dessus des vallées de la Fiora et de l'Albegna.

Examinons à présent la constitution géologique de la contrée dont je viens d'esquisser la topographie, du moins des terrains qui se rattachent directement à mon sujet. Comme les terrains jurassiques nous sont déjà connus, et que la formation tertiaire sort tout à fait de mon cadre, nous n'aurons à nous occuper que des marbres blancs, des roches éruptives et des roches filoniennes.

Des calcaires saccharoïdes à cassure lamelleuse et semblables à ceux de Paros, ou bien à cassure finement lamellaire et miroitante, et ressemblant à ceux de Carrare et des Pyrénées, des calcaires à cassure céroïde ou compacte, des calcaires tachés de gris et passant au bardiglio, telles sont les variétés principales de la roche unique qui, au-dessous des calcaires liasiques ammonitifères, constitue l'axe et la partie centrale du Campiglièse. Cette formation, d'une épaisseur fort considérable, ne laisse pas apercevoir des lignes bien distinctes de stratification. Les anciens avaient ouvert dans le Monte-Rombolo des carrières qui, à en juger par la grandeur des excavations, ont dû fournir les éléments d'une exploitation assez active de marbres.

Au Botro-ai-Marmi, on observe un banc lardé dans tous les sens de

cristaux de Couzéranite jaunâtre et qui rappelle, à s'y méprendre, les calciphyres couzéraniens des Pyrénées.

Parmi les roches éruptives qui se sont fait jour à travers les dépôts sédimentaires, nous avons à mentionner les granites et les porphyres.

Le granite s'étend entre San-Vincenzo et Castagnetto, sous la forme d'une ellipse allongée, et vient s'appuyer sur les marbres blancs. C'est une roche à grains fins, grisâtre, peu riche en quartz et contenant du mica hexaédrique noir. Savi l'a rapportée au trachyte. Quand on considère, d'un côté, l'âge récent de certains granites de l'île d'Elbe, qui fait face à San-Vincenzo, et, d'un autre côté, l'absence complète de tufs ou de conglomérats, je ne vois aucune raison de l'introduire dans la formation trachytique.

On observe un second dépôt très-limité, mais d'une nature toute différente, d'un granite feldspathique blanchâtre, à cassure finement lamellaire, vers la base du Monte-Rombolo, là où la route de Campiglia à San-Vincenzo traverse le Botro-ai-Marmi. La roche appartient à la variété connue sous le nom de *Granulite*. Ce dépôt est enclavé au milieu des marbres blancs et ne paraît être en connexion ni avec les dykes porphyriques ni avec les filons métallifères du voisinage.

Les anciens Étrusques avaient utilisé cette pierre pour le revêtement des fours de fusion qu'ils avaient établis dans le vallon de l'Ortaccio, sur l'emplacement occupé aujourd'hui par la chapelle de Fucinaja et où se trouvent accumulées des montagnes de scories, avec lesquelles on charge les routes.

Sur plusieurs points du Campiglièse, et notamment sous le Palazzo dei Lanzi, au-dessus de la forge du puits de l'Ortaccio, dans le voisinage de la Bocca dell' Aquila, on observe des dykes d'un porphyre quartzifère, qui sont concomitants des filons pyroxéno-cuprifères avec lesquels ils se confondent souvent et auxquels ils servent quelquefois d'épontes, de manière à devenir réellement un de leurs éléments constitutifs. Cette intimité, ou, pour mieux dire, cette communauté d'origine, est rendue plus manifeste encore dans les affleurements de la Gran-Cava, ainsi que dans la tranchée ouverte dans le filon de l'Ortaccio. De larges cristaux d'un feldspath blanc vitreux lardent irrégulièrement le porphyre, qui est à fond grisâtre ou verdâtre, et dans lequel se logent, en outre, quelques cristaux de pinite et quelques nids d'épidote radiée ; or, ce dernier minéral se montre associé, à son tour, à la gangue ordinaire des filons métallifères. L'histoire des porphyres se rattache, comme on le voit, à celle de ces derniers, dont il nous reste à parler.

On se méprendrait étrangement sur les qualités et les allures des filons du Campiglièse et de la Toscane en général, si on les comparait

aux filons que l'on exploite dans le reste de l'Europe, et surtout dans les districts classiques de la Saxe et de l'Angleterre. Les amas de fer oligiste et de fer oxydulé se présentent dans l'île d'Elbe sous la forme de véritables montagnes qui semblent avoir coulé à la manière des basaltes. Les gîtes antimonifères de Pereta et de Poggio-Fuoco consistent, au milieu du macigno, en des dykes éruptifs de quartz dont la puissance dépasse quelquefois vingt mètres.

C'est également à l'état de dykes que se montrent les filons métallifères de la terre de Campiglia, que l'on voit dessiner à la surface des marbres blancs une série d'affleurements parallèles, au nombre de six, avec une direction moyenne du N. O. au S. E.

A part quelques variations accidentelles, ils semblent tous avoir été jetés dans le même moule. La gangue prédominante est un pyroxène formé de sphères contiguës, de diamètre variable, composées de fibres aciculaires radiées du centre à la circonférence. La cassure offre, par conséquent, la disposition curieuse de cocardes étalées les unes à côté des autres, et dont la couleur, suivant la prédominance du manganèse ou du fer, varie du jaune pâle au vert bouteille. Rien de plus capricieux que les dimensions de leur diamètre : dans quelques-unes il ne dépasse pas quelques millimètres, tandis que dans d'autres, mais c'est un cas exceptionnel, il atteint jusqu'à 10 centimètres.

Au pyroxène se trouve associé un autre minéral de couleur noire, l'Ilvaïte, qui occupe en général l'intervalle qui sépare les sphères de pyroxène. Il tapisse également des géodes de cristaux moins volumineux que ceux de l'île d'Elbe, mais plus remarquables par la netteté de leurs faces et de leurs sommets. Je crois que l'Ilvaïte n'a été rencontrée jusqu'à ce jour que dans l'île d'Elbe et dans le Campiglièse. Ses éléments sont les mêmes que ceux du pyroxène, seulement sa formule est différente : elle est plus riche en fer et plus pauvre en silice.

Je citerai enfin le quartz, qui, à l'état amorphe ou à l'état cristallisé, se mêle au pyroxène et en devient un satellite assez constant.

Les minerais qui, à cause de leur abondance, ont pu donner lieu à une exploitation régulière, sont : 1° le cuivre sulfuré, 2° le cuivre pyriteux, et 3° le plomb sulfuré.

Très-abondante dans l'énorme filon dit la Cava del Piombo, où l'exploitation a pu s'opérer à ciel ouvert sur un front d'abatage de plus de 30 mètres, la galène paraît s'être substituée au cuivre sur ce point.

Je mentionnerai en dernier lieu le zinc sulfuré, qui, quoique non exploité, joue un rôle assez important parmi les métaux qui ont fécondé les amas pyroxéniques. Il accompagne constamment dans la Cava del Piombo le plomb sulfuré, et entre San-Silvestre et le Palazzo dei Lanzi, où il existe un beau dyke de *Bustamite*, le centre des orbes

est occupé par une blende lamellaire, diaphane et de la couleur de la colophane.

Quelques mots à présent sur la disposition et les allures des filons. Les interstices qui séparent les unes des autres les sphères de pyroxène sont remplis de veines métalliques qui semblent leur avoir servi de ciment ; les sulfures occupent le centre des orbes, sous forme de noyaux amorphes, ou se concentrent dans les intervalles, mais sans règle et sans régularité. On pourrait peut-être comparer la roche filonienne à une éponge qui aurait été exposée, mais d'une manière capricieuse, à une imbibition de sulfures.

Les filons, qui, comme quelques-uns du Campiglièse, ont plus de 20 mètres de puissance, ne peuvent prétendre à la régularité des filons de faible dimension et dont le remplissage, postérieur à l'existence des fentes qui les emprisonnent, a exigé un temps très-long. Aussi ne conservent-ils pas dans tout leur parcours une épaisseur uniforme. Ils présentent des renflements et des rétrécissements alternatifs, qui leur donnent, en grand, la disposition dite en chapelet. La Gran-Cava, qui mesure une quinzaine de mètres aux affleurements, acquiert des proportions plus considérables dans la profondeur : à 20 mètres de distance seulement, sur le revers opposé de l'Ortaccio, l'épaisseur se réduit à 8 mètres. La section du plan supérieur des travaux anciens dans la Bucca dell' Aquila ne le cède en rien à la Gran-Cava. La mine de plomb dépasse de beaucoup ces dimensions.

Il n'est pas rare d'observer à la surface du sol des diramations de pyroxène courant au milieu des marbres et ressemblant à des *Stokwertz* en miniature, mais qui, dans la profondeur, se convertissent en filons véritables et augmentent les ressources souterraines de l'exploitation. Ainsi, le puits Coquand, foncé au-dessus du vallon de l'Ortaccio pour atteindre le prolongement du filon de Temperino, recoupe un filon épais de trois mètres, séparé du principal par une épaisseur verticale de 28 mètres, sans qu'aucun indice extérieur trahisse son existence. On conçoit très-bien que des rencontres de ce genre ne soient point rares dans une contrée où les forces plutoniques ont amené des profondeurs du globe des masses énormes, dont les parties qui ont eu le privilége d'arriver jusqu'au jour doivent nécessairement être moins considérables que celles qui sont restées en dessous.

Pour compléter mon travail descriptif, je donne l'énumération des minéraux que j'ai recueillis dans les dépendances du Monte-Calvi, en commençant la série par les gangues, en la continuant par les substances métalliques proprement dites, et en la terminant par les espèces épigéniques que l'on rencontre dans les haldes des Anciens, ou qui sont en voie de formation dans les excavations abandonnées.

Gangues. Pyroxène calcaréo-ferrugineux : (Ca, Fe) Si^2(1);— Pyroxène manganésifère (Bustamite) : (Mn, Ca) Si^2;— Ilvaïte cristallisée ;— Quartz prismatique bipyramidal ; — Quartz à pointements triangulaires ; — Quartz à pointements triangulaires, mais surmontés d'une espèce de capuchon de même forme, comme une bougie couverte de son éteignoir; — Quartz prismatique, à sommets simples ou multiples, creusés en trémies d'une manière très-variée; — Quartz améthyste ; — Quartz à bulles d'air; — Quartz carié; — Quartz amorphe; — Épidote aciculaire radiée; — Grenats jaunes dodécaédriques ; — Couzéranite ; — Pinite.

Substances métalliques. Cuivre natif; — Cuivre oxydulé; — Cuivre sulfuré ; — Cuivre pyriteux ; — Fer oxydulé octaédrique et granulaire ; — Fer hydraté ; — Fer oligiste ; — Fer sulfuré octaédrique ; — Pyrolusite; — Manganèse silicaté ; — Blende ; — Galène.

Minéraux épigéniques. Smithsonite fibreuse radiée ; — Calamine cristallisée et concrétionnée; — Buratite ; — Cuivre carbonaté vert et bleu ; — Gypse en magnifiques cristaux trapézoïdaux maclés et en stalactites ; — Plomb carbonaté prismatique; — Aragonite fibreuse, bleue et blanche; — Calcaire stalactitique ; — Dolomie laminaire.

Ces indications seraient incomplètes si j'omettais de mentionner l'existence, dans le groupe montagneux du Campiglièse, de deux amas gigantesques de fer hydraté, dont l'un se montre à la base du Monte-Valerio, et dont le second, placé au-dessous des ruines de San-Silvestre, a été complétement enlevé par les anciens ; il n'en reste plus qu'une caverne immense, dont les parois portent, comme si elles dataient d'hier, les traces des coups de pic et de pointerolle qui ont servi à l'abatage. Il est évident que ces minerais étaient traités, concurremment avec ceux provenant de l'île d'Elbe, dans l'antique Popolonia, voisine de Campiglia, et où subsistent encore, avec des montagnes de scories, les ruines des fonderies qui fournissaient le fer et les armes à toutes les nations méditerranéennes. Le fer provenant de ces forges portait la marque de fabrique de *Ferrum popolonicum*.

Dire que le système géologique du Campiglièse se reproduit, terme pour terme, dans l'île d'Elbe qui lui fait face, c'est prouver, sans qu'il soit besoin d'insister, que les deux régions n'en faisaient qu'une autrefois.

Le but principal de la tâche que je me suis imposée a été de démontrer que les calcaires saccharoïdes de l'Italie centrale appartiennent à la période carbonifère, dont ils constituent la base. Mon but ne serait point complétement atteint, si je ne prouvais que les marbres de

(1) H. Coquand, *Note sur les substances rayonnées fibreuses qui accompagnent les minerais de fer, de cuivre, de zinc et de plomb dans le Campiglièse et l'île d'Elbe*, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. VI, p. 671 ; 1849.

Carrare et du Campiglièse, au lieu de constituer une simple exception, se rattachent à un fait géologique général, et trouvent des contemporains dans diverses régions que nous allons passer successivement en revue. Aussi allons-nous nous hâter de nous transporter dans la province de Constantine, où un important gisement de marbres blancs, avec leur cortége de porphyres quartzifères, de granites, de pyroxène radié, de fer oxydulé et de fer oligiste, reproduit tous les accidents des types classiques de la Toscane.

ALGÉRIE.

Mon intention n'est pas de refaire ici la description des marbres saccharoïdes du Djebel-Filfilah, à l'est de Philippeville, dans la province de Constantine, description que j'ai déjà donnée ailleurs (1) et à laquelle je renvoie le lecteur pour les détails. Je n'ai, à cette place, qu'à faire ressortir la parfaite ressemblance qui existe entre la constitution géologique du Djebel-Filfilah et celle du Campiglièse ; car les deux groupes sont calqués sur le même plan.

A l'époque où prédominaient les idées du métamorphisme, on a singulièrement rajeuni l'âge des calcaires marmoréens du Filfilah. Nous avons vu que pour la Toscane il convenait de déserter cette opinion erronée et de faire descendre les calcaires marmoréens au niveau du Calcaire carbonifère. Ceux de l'Algérie, considérés comme du Lias métamorphique par tous les géologues qui s'en sont occupés, doivent, à leur tour, suivre la fortune de leurs contemporains des Alpes Apuennes et prendre place dans la série paléozoïque. Par voie de conséquence, les grès rouges, les anagénites, les quartzites, les schistes argileux noirs, les ardoises phylladiennes, qui servent de piédestal au terrain triasique, deviennent du terrain dévonien ou silurien, comme dans les Pyrénées.

Laissant de côté les diverses variétés des marbres du Filfilah, je dois mentionner d'une manière plus spéciale quelques particularités très-caractéristiques qui feront ressortir plus clairement encore l'identité qui existe entre le Filfilah et la partie centrale de l'Italie. Je veux parler des dykes éruptifs et des filons métallifères qui, dans les deux régions, caractérisent la période des marbres blancs. Je citerai :

1° Un dyke de pegmatite tourmalinifère qui s'est insinué au milieu des schistes et des grès qui constituent la base des marbres. Cette roche rappelle les granites tourmalinifères de l'île d'Elbe auxquels on donne une date si récente, ainsi que les granulites du Campiglièse ;

2° Un porphyre quartzifère d'une teinte verdâtre, lardé de gros

(1) Coquand, *Mémoires de la Société géologique de France*, 2e sér., t. V ; 1854.

cristaux maclés de feldspath, de quartz dodécaédrique et de mica hexagonal noir. Il serait difficile de le distinguer de celui de la rade d'Enfola, dans l'île d'Elbe ;

3° Un pyroxène radié, vert bouteille, disposé en cocardes contiguës à la manière des sphères du diorite orbiculaire de Corse. Nous avons vu le rôle important que les filons de pyroxène remplissent dans la constitution géologique du Campiglièse et de l'île d'Elbe. Il n'est nullement effacé dans le Djebel-Filfilah, et, chose digne de remarque, les pyroxènes africains ont pour cortége, exactement comme ceux d'Italie, les fers oxydulés, les fers oligistes et les fers pyriteux.

A quelque distance du Fedj-Kentourcs, sur la route de Constantine, j'ai constaté la présence, au-dessus du système paléozoïque, de calcaires avec *Belemnites acutus, Pecten Hehli, Ammonites Kridion,* fossiles du Lias inférieur. La série jurassique se trouvant brusquement interrompue par l'intervention du calcaire nummulitique, on ne voit ni Lias moyen ni Lias supérieur.

Mais à l'est de Mjez-Soltana, dans le quartier dit Hadjar-el-Souda, on remarque, entre le Filfilah et les ruines de Kessentina-Kdima, un grand développement de calcaires rouges, à cassure lithographique, remplis de silex pyromaques roses et contenant des Ammonites et des Bélemnites allongées qu'il m'a été impossible de dégager de leur gangue. J'espérais être plus heureux sur un autre point; mais à l'époque où je fouillais le massif du Filfilah, outre les difficultés qu'il fallait surmonter pour se frayer un passage au milieu des maquis, le pays, au point de vue des dispositions des habitants de cette Kabylie, n'offrait point toute la sécurité désirable, et on n'était pas toujours maître de ses mouvements. Aussi, il ne m'a pas été possible de saisir, comme je l'aurais désiré, les relations directes des calcaires rouges avec les marbres blancs.

Toutefois, le Lias inférieur se trouvant représenté à Sidi-Cheick-ben-Rohou par des calcaires noirs, il me paraîtrait contraire, à cause de la proximité de M'jez-Soltana, de lui rapporter les calcaires rouges à silex de cette dernière localité. Je préfère voir en eux l'équivalent du Lias moyen et les paralléliser avec les calcaires rouges à silex de Campiglia qui se montrent au-dessus des calcaires à *Ammonites obtusus.*

J'ai poursuivi vers l'est les calcaires saccharoïdes du Filfilah jusqu'à Djebel-Chebebik, qui ferme la vallée de l'Oued-Moujer, du côté de la plaine du lac de Fezzara ; on peut les suivre vers le sud, à travers une foule de petits îlots, jusqu'aux pics jumeaux des Toumietes, ainsi que dans les environs de Jemmapes, où, à l'état de marbres saccharoïdes, de calcaires céroïdes et de dolomies, on les voit sillonnés par une grande quantité de filons ramifiés de galène, de blende et de mercure.

On y a exploité un gîte calaminaire qui rappelle, mais sur une fort modeste échelle, celui de la Vieille-Montagne.

M. Hardouin (1) considère les schistes anciens du Filfilah comme siluriens. Il n'y a jamais observé la moindre trace d'êtres organisés, mais seulement de minces veines d'anthracite; on est donc réduit aux conjectures pour préciser leur âge. A cause des nombreux gisements de minerais de fer de la Sardaigne, qui sont généralement siluriens, ce géologue place, par analogie, la base du Filfilah dans le Silurien. Je ferai observer que le terrain silurien en Sardaigne est constitué tout autrement que le Filfilah, et que dans cette montagne les filons de fer sont enclavés dans les marbres que M. Hardouin regarde comme liasiques; de plus, un peu avant d'arriver à la maison Cabaroc, on traverse une bande de calcaire saccharoïde subordonnée aux schistes. L'analogie me conduit, à mon tour, à considérer ces derniers comme un peu plus modernes, c'est-à-dire comme dévoniens.

Le Filfilah, en dernière analyse, est le pendant synchronique du massif du Campiglièse qui lui fait face sur le côté opposé de la Méditerranée. Cette ressemblance, je l'ai déjà dit, est complétée par la coexistence, dans les deux contrées, de roches éruptives et filoniennes tout à fait identiques, parmi lesquelles la réapparition du pyroxène radié sur le sol africain n'échappera à l'attention d'aucun géologue.

PYRÉNÉES.

On sait que Charpentier considérait comme primitifs les marbres couzéranitifères qui forment sur le revers septentrional des Pyrénées une large bande que l'on peut suivre, presque sans interruption, depuis Perpignan jusqu'à Bayonne. Plus tard, Dufrénoy les considéra comme de la Craie métamorphique. Depuis lors, et jusqu'à ces dernières années, la généralité des géologues les maintint dans la formation jurassique, en les synchronisant avec ceux de Carrare.

M. Leymerie (2) a donné en 1850 une coupe de la vallée d'Aran, entre Saint-Béat et Fos, dans laquelle les terrains, qui sont tous verticaux, se succèdent de la manière suivante, en procédant de haut en bas :

a. Calcaire saccharoïde.

b. Grès rouges avec schistes rouges et poudingues quartzeux.

c. Calcaires compactes avec calschistes amygdalins.

d. Calcaires gris et bleu-noirâtres avec Orthocères.

Les calcaires *c* sont reconnus comme dévoniens et comme les mêmes

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXV, p. 342.
(2) *Bull.*. 2e sér.. t. VII, p. 210.

que les marbres griotte de Cierp, de Caunes et de Sarrancolin. Le calcaire *d* est silurien; nous n'aurons pas à nous en occuper par conséquent; seulement je ferai remarquer en passant, que si, par hypothèse, on considérait les grès rouges *b* comme dévoniens et les marbres *a* comme du calcaire carbonifère, la série paléozoïque montrerait chacun de ces termes à la place qu'il occupe réellement ailleurs.

M. Leymerie se montre très-explicite à l'endroit des grès rouges et des poudingues quartzeux : il constate que leur *passage* aux calcaires de l'assise *c* se fait d'une manière assez remarquable; il ajoute même qu'on y a signalé des *fossiles* répandus dans le terrain de transition ; et, malgré ces deux données capitales, il se demande si les grès fossilifères appartiennent bien réellement aux grès rouges (Dévonien).

« Dans le cas de l'affirmative, écrit-il (p. 216), si l'on se rappelle » le *passage minéralogique* indiqué dans cette note entre le grès rouge » et les calschistes amygdalins, il y aurait des raisons pour réunir les » deux formations; mais, d'un autre côté, les discordances que nous » avons signalées et l'identité minéralogique du grès rouge pyrénéen » et de celui qui semble jouer un rôle à part dans l'Aveyron et dans la » Corrèze, sont des motifs en faveur de la séparation. »

J'avoue ne pas bien comprendre cette argumentation : il est évident que si les grès cités entre Saint-Béat et Fos passent d'une manière graduelle au calcaire dévonien, ces grès ne peuvent être du Grès bigarré; en effet, séparé du calcaire dévonien par toute l'épaisseur du terrain carbonifère et du terrain permien, le Grès bigarré ne pourrait que reposer transgressivement ou en stratification discordante sur les calschistes. S'il m'était permis de me servir d'une expression triviale, je dirais que c'est une carte forcée. De toute manière, M. Leymerie se trouvait logiquement condamné à admettre une exception au moins pour les grès rouges de la vallée de la Garonne et à les ranger dans la formation dévonienne, sauf à discuter l'âge des grès qui, sur d'autres points ou en dehors de la chaîne, peuvent se montrer discordants, et à en reconnaître de plusieurs époques, s'il y avait lieu.

Quoiqu'il en soit, je tiens comme incontestablement dévoniens les grès rouges décrits par M. Leymerie, et comme leur étant régulièrement superposés les calcaires saccharoïdes ; c'est conforme à mes observations personnelles.

En 1861, le même savant (1) nous donne la coupe fort instructive d'une localité qui touche à Saint-Béat, de la montagne de Cierp, dans laquelle il nous montre au-dessus du marbre griotte à Clyménies les grès rouges avec poudingues de quartz, et ces derniers sur-

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 1156.

montés à leur tour par les marbres couzéranitifères. « Cette masse » de calcaire, dit M. Leymerie, qui passe dans la vallée de la Barousse » et qui se prolonge plus loin encore dans les Hautes-Pyrénées, fait » *évidemment* suite à celle de Saint-Béat qui se trouve dans la même » direction. » Or, ce sont ces mêmes calcaires superposés à des grès rouges que M. Leymerie proclamera comme primitifs dans un autre travail.

Lorsque dans mon mémoire sur les terrains stratifiés de la Toscane (1), qui remonte à l'année 1845, je montrai que les marbres de Carrare devaient prendre place au milieu des terrains paléozoïques, je renonçai à chercher en dehors de la Toscane des équivalents ou des rapprochements, pour ne point m'attirer des oppositions auxquelles il aurait fallu être prêt à répondre, et je ne parlai point des marbres des Pyrénées. Néanmoins, dès 1838 (2) j'avais établi que la formation désignée par Dufrénoy sous le nom de Grès bigarré ne pouvait être séparé, dans cette chaîne, du terrain de transition, et les preuves de ma démonstration, je les avais réclamées aux gisements mêmes des environs de Saint-Béat et de Cierp, si exactement décrits par M. Leymerie. Dufrénoy se rallia plus tard à mon opinion. Le savant professeur de Toulouse, qui ne veut dans les Pyrénées que du Grès bigarré, a été entraîné, par la force des choses, à conclure contre lui-même, en prouvant de la manière la plus irréfutable que les grès de Saint-Béat ne pouvaient être distraits du terrain dévonien. J'invoquerai également le témoignage d'un géologue auquel on ne saurait adresser le reproche de ne pas connaître les Pyrénées. M. Garrigou m'écrivait dernièrement que la date dévonienne des grès rouges sautait si clairement aux yeux qu'elle ne pouvait être contestée sérieusement.

Une bonne fortune me ramena en 1869 dans la vallée d'Ossau (3) et me mit en présence de fossiles spéciaux au Calcaire carbonifère, tels qu'*Amplexus coralloïdes, Michelinia,* etc. Ces fossiles provenaient des marbres statuaires exploités à Jetons près de Laruns, et ils étaient convertis eux-mêmes en calcaires saccharoïdes de la plus grande blancheur et d'une transparence parfaite.

A la fontaine de la Tume je trouvais ces mêmes marbres recouverts par des schistes noirs contenant des empreintes de plantes, parmi lesquelles prédominaient les *Pecopteris*. Déjà, en 1866, on avait découvert dans la vallée de la Rhune un représentant du terrain houiller vrai, caractérisé par les *Pecopteris Nestleriana,* Brongn., *P. Larteti,*

(1) *Bull.*, 2e sér., t. II, p. 155.
(2) *Bull.*, 1re sér., t. IX, p. 225.
(3) *Bull.*, 2e sér., t. XXVII, p. 43.

Bureau, *Dictyopteris neuropteroïdes*, von Gutbier, *Annularia brevifolia*, Brongn., *Calamites Cistii*, Brongn. On sait aussi qu'il existe à Ibantelli, non loin de la Rhune, une mine de charbon.

M. Leymerie, qui accepte l'existence du terrain houiller à la Rhune et à Ibantelli, se montre plus difficile à l'endroit du lambeau signalé par moi à la Tume, et il doute que les plantes que j'y ai indiquées soient de l'époque houillère (1). « Il est permis d'en douter, écrit-il, lorsqu'on » voit notre confrère abandonner presque aussitôt ce fait, dont l'exacte » vérification serait si précieuse pour l'histoire des Pyrénées, et M. Co- » quand nous permettra de lui refuser une importance qu'il ne paraît » pas lui accorder lui-même. »

J'ai eu soin de dire que les schistes impressionnés étaient d'une friabilité extrême, et qu'il était impossible d'en retirer un échantillon qui ne se réduisît immédiatement en fragments; mais, en examinant les surfaces des couches sur lesquelles les frondes étaient étalées, il n'était pas plus difficile d'y reconnaître les représentants d'une flore houillère, qu'il ne l'est de reconnaître l'étage urgonien dans les lumachelles pétries de *Requienia ammonia*, bien qu'on ne puisse en extraire un exemplaire isolé. Je n'avais point à m'appesantir sur leur description, parce que mon but principal était de fixer exactement l'âge des marbres blancs. D'ailleurs, après la constatation du terrain houiller à la Rhune et à Ibantelli, il me suffisait de signaler sa présence, sa superposition et sa concordance avec les calcaires à *Amplexus* et à Couzéranites, puisque je n'avais qu'à démontrer une chose, à savoir que les marbres saccharoïdes fossilifères ne pouvaient plus être rapportés au Lias. J'ai lieu de croire que ma démonstration était complète.

M. Leymerie avoue également (2) qu'il a peine à concevoir, au sein d'un marbre statuaire, l'existence de fossiles assez bien conservés pour être déterminés même *génériquement*. Il oublie qu'il a eu à sa disposition les magnifiques exemplaires recueillis par M. Sacaze, les mêmes que j'ai eus entre les mains et parmi lesquels M. Leymerie déclare avoir reconnu des *Amplexus;* or je ne pense pas que la détermination du genre *Michelinia* exige plus de science.

Revenant sur l'âge des marbres de Saint-Béat, il persiste à soutenir que l'idée qui les fait carbonifères est entièrement contraire aux faits. « On sait, dit-il, que ce marbre forme un étage presque vertical, qui » *succède* au grès rouge appliqué lui-même sur le terrain dévonien » supérieur dans la vallée d'Aran. » Ainsi les grès, les schistes rouges avec poudingues quartzeux, les calschistes subordonnés avec fossiles de

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXVII, p. 613.
(2) *Loc. cit.*

transition, dont on nous a précédemment si bien signalé le passage au marbre griotte, quoique composant un seul tout, se trouvent ici séparés arbitrairement en deux parties, sans qu'on nous dise de quelle manière cette séparation a pu être effectuée. Il est évident qu'au point de vue où s'est placé notre honorable confrère, c'est-à-dire dans l'opinion que les marbres sont supérieurs aux grès bigarrés, des grès bigarrés sont indispensables aux besoins de sa cause, et c'est aux grès dévoniens qu'il est forcé de les emprunter.

Après ces déclarations si précises et qui émanent d'un géologue qui connaît les Pyrénées, il pourra paraître surprenant de voir ce même observateur se déjuger quelque temps après et ramener au niveau des terrains primitifs un marbre que tant d'efforts et de recherches lui avaient fait placer dans le terrain jurassique. C'est cependant ce qui est arrivé. Dans un travail récent (1), l'auteur établit que le nom de primitifs adopté par Charpentier pour les marbres des Pyrénées, semblerait indiquer que la formation se compose entièrement de calcaires cristallins, tandis que les roches marmoréennes qui en constituent le caractère spécial ne dominent pas dans l'ensemble, où il entre des calcaires noirs plus ou moins dolomitiques et carburés ou bitumineux, des calcaires gris qui n'ont rien de cristallin, et même des schistes argileux.

« En résumé (nous citons textuellement), il existerait, sur le versant » français des Pyrénées et dans sa direction, une zone presque conti- » nue de calcaires marmoréens. Cette zone se composerait de deux » parties séparées par la Garonne, l'une orientale et l'autre occiden- » tale. Dans la première, le calcaire cristallin est associé à d'autres » calcaires, à des dolomies et à des schistes qui renferment des fossiles » jurassiques et crétacés. La partie orientale, qui commence à la mon- » tagne de Saint-Béat, pour se terminer à la Nive, vers l'extrémité » ouest de la chaîne, se compose d'une série de calcaires à *peu près* » exclusivement marmoréens, qui datent d'une époque antérieure, » sans être du même âge; le calcaire du pays de Labourd étant pri- » mordial, tandis que certains fossiles tendraient à faire remonter le » marbre blanc des environs de Laruns au niveau du terrain carbo- » nifère. »

Si j'ai bien compris M. Leymerie, les marbres qui se montrent en relation avec le terrain granitique seraient primitifs, tandis que les autres seraient plus récents et se répartiraient dans le terrain carbonifère, dans le Lias et même dans l'Aptien à *Requienia Lonsdalei*.

(1) Leymerie, *De l'âge et de la position du marbre de Saint-Béat (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVIII, p. 1629 ; séance du 8 juin 1874).

Voilà donc quatre époques distinctes pour la bande marmoréenne des Pyrénées et possédant toutes une structure semblable et un minéral que j'appellerai volontiers caractéristique de ces formations, la Couzéranite, qui serait exclusivement pyrénéenne, si elle n'avait été retrouvée dans les marbres du Campiglièse.

Je confesse que cette classification nouvelle, qu'aucun fait démonstratif n'appuie, me paraît singulièrement compliquée. Dans mon mémoire sur la vallée d'Ossau, je me suis imposé la loi de ne faire aucune mention des autres gisements de marbres blancs des Pyrénées, l'étude que j'en avais faite remontant à 1838, et des éléments nouveaux me faisant défaut pour traiter la question à fond. Si, dans ma réplique à la dernière note de M. Leymerie, j'ai dû le suivre dans les Pyrénées (1) et aborder la question de l'âge des marbres de Saint-Béat, je n'ai rien eu à fournir du mien, car tous les arguments que j'ai pu faire valoir, je les ai empruntés à ses œuvres. Mais, particularité digne de remarque, pendant que Dufrénoy me concédait que ce qu'il avait pris pour du Grès bigarré dans les Pyrénées était un des termes des terrains de transition, M. Leymerie, qui dans ses deux premières notes corrobore par des preuves directes cette opinion, maintient néanmoins ces mêmes couches dans la formation triasique, et, lorsque, d'accord avec moi, il soutenait la postériorité des marbres de Saint-Béat par rapport au terrain dévonien, et les proclamait jurassiques, il les place aujourd'hui à la base de toutes les formations sédimentaires, et leur donne une place d'honneur au milieu des gneiss : en d'autres termes, il les fait plus anciens que les roches les plus anciennes de la série paléontologique ; il les proclame primitifs !

Fort heureusement, M. Leymerie nous promet un travail sur ce problème épineux, dont personne mieux que lui ne saurait trouver la solution, et j'attends que notre savant confrère nous serve de guide dans ce labyrinthe, qui me semble devenir d'autant plus inextricable, qu'au lieu d'en jalonner et d'en circonscrire les méandres, on tend à en augmenter le nombre. Jusqu'à cette preuve faite, je persiste à ne lire qu'une date unique dans la zone marmoréenne des Pyrénées, comme dans ses contemporaines des Alpes Apuennes, du Campiglièse et de l'île d'Elbe, et pour moi cette date est celle du Calcaire carbonifère.

Je me rappelle avoir gravi, dans ma jeunesse, et à plusieurs reprises, le pic jurassique du Gar, qui domine le cirque où la Garonne et la Pique

(1) Coquand, *De l'âge et de la position des marbres blancs statuaires des Pyrénées et des Alpes Apuennes* (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIX, p. 411 ; séance du 10 août 1874).

confondent leurs eaux. Au-dessus d'Eup, je recueillais les fossiles siluriens qui se retrouvent en face, à Marignac. A mi-hauteur du pic, au-dessus de dolomies jaunes et caverneuses, représentant, comme dans la Provence littorale, le Lias à Gryphées arquées, je constatais la présence du Lias moyen avec *Ostrea Maccullochi* et *Belemnites niger;* le Lias moyen était surmonté par des calcaires marneux renfermant l'*Ammonites bifrons*. Les calcaires compactes qui forment la sommité du pic appartiennent à l'Oolithe inférieure. Ces mêmes relations, je les ai retrouvées dans les environs de Sarrancolin, ainsi que dans la Vallongue. Depuis, on a découvert dans l'Ariége l'Infralias et les calcaires à *Avicula contorta*. Si, comme le veulent le plus grand nombre des géologues, et je m'enrôle sous leur bannière, les dépôts gypseux, ordinairement salifères, que l'on trouve éparpillés sur le versant nord, sont une dépendance du Trias, et si, d'un autre côté, toutes ces formations se montrent supérieures au niveau des marbres, on se convaincra que dans les Pyrénées les choses se passent exactement comme en Toscane et ailleurs.

Ce n'est point ici la place d'entamer une dissertation théorique sur la cristallinité et la blancheur des marbres ; mais je trouve qu'on recourt un peu trop, pour se tirer d'affaire, lorsqu'un phénomène embarrasse, à la théorie complaisante du métamorphisme, en invoquant l'intervention de certaines roches telles que les Lherzolites, les Diorites, auxquelles, malgré un rôle négatif, on attribue la vertu d'avoir transformé en marbres statuaires des calcaires pierreux, et en cipolins architecturaux des marnes pourries du Lias. Pour le Campiglièse, on avait également rattaché, comme dogme inattaquable, le changement des calcaires du Lias en marbres, à l'intervention des Pyroxénites ; or, il advient que dans le Massétano, contrée limitrophe du Campiglièse, ces mêmes Pyroxénites, ont eu à traverser trois groupes de roches de la formation tertiaire, des grès, des calcaires et des schistes, et que ces roches, quoiqu'en contact et souvent même empâtées dans les dykes, n'ont pas subi la plus légère altération. Il en est de même du rôle rempli par les Porphyres de l'Enfola (Ile d'Elbe).

Dans la bande marmoréenne de la vallée d'Ossau et dans son voisinage, il n'existe aucune roche éruptive, et cependant les calcaires, qui sont saccharoïdes dans toute leur étendue et dans toute leur épaisseur, reposent brutalement sur des schistes et des calcaires dévoniens fossilifères qui n'ont éprouvé aucun changement et ont conservé leur livrée de *vilaines* pierres. Si on voulait soutenir la thèse d'un métamorphisme outré, il faudrait admettre qu'après le dépôt des marbres blancs à l'état de calcaires grossiers, l'influence modi-

ficatrice se serait exercée latéralement et aurait procédé à la manière d'une injection veineuse ou d'une transmission de fluide électrique à travers un fil métallique, mais en arrêtant son action juste à la limite du plan mathématique qui sépare les schistes dévoniens des calcaires carbonifères. Cependant, d'après la théorie invoquée, les schistes auraient dû être convertis en micaschistes et les calcaires marneux en cipolins. Le miracle qui s'est accompli dans l'étage supérieur aurait dû produire des effets plus puissants dans celui qui le supportait immédiatement, puisque lui seul a pu livrer passage à l'action métamorphique. De quelle nature pouvait donc être cet agent qui respecte les couches dévoniennes et les psammites houillers de la Tume, en s'acharnant exclusivement contre les calcaires intermédiaires ?

Lorsque je compare les calcaires fossilifères du terrain anthraciteux de Viré et les marbres des Pyrénées, qui sont saccharoïdes les uns et les autres et qui ne diffèrent que par la couleur ; lorsque, dans le Midi de la France, je constate que certaines couches du calcaire corallien à *Diceras Luci* sont de véritables marbres saccharoïdes, que le puissant étage de dolomies qui se dresse au-dessus de l'Oxfordien est formé par une roche plus cristalline que le marbre de Carrare, et qu'entre Nice et Menton il possède l'éclat et la blancheur de ce marbre, je me demande pourquoi l'on invoque pour les uns les causes métamorphiques, et qu'on les repousse pour les autres.

Le métamorphisme est une invention séduisante et commode à la fois. Pour expliquer la cristallinité des gneiss et des micaschistes, on se contente d'affirmer que ce sont des argiles transformées, de même que l'on fait à un culot d'ophite l'honneur d'avoir converti en marbre blanc la bande calcaire qui traverse les Pyrénées dans toute leur longueur. On ne connaît aucune roche d'origine ignée dans les Alpes Apuennes, la contrée du monde la plus riche en roches cristallines, et dans le Massétano où les roches plutoniques abondent on n'observe pas la moindre trace de métamorphisme.

MONTAGNE-NOIRE.

Cette chaîne forme, comme on le sait, l'extrémité sud du massif primitif du Centre de la France, et les terrains dont elle est composée présentent avec ceux des Pyrénées une analogie si frappante, qu'on les a toujours considérés comme rattachés les uns aux autres par des racines souterraines communes. Nous n'aurons à nous occuper que des marbres saccharoïdes qu'elle renferme, ainsi que de leur âge. A l'époque où j'ai parcouru cette région accidentée, je n'avais prêté qu'une attention secondaire à ces marbres, convaincu que, comme ceux des Pyrénées, ils représentaient le Lias métamorphique.

Les renseignements que nous fournit à cet égard le tome I de l'*Explication de la Carte géologique de la France* (p. 161), sont précieux, en ce sens qu'ils nous indiquent de la manière la plus claire que les marbres doivent être classés, à leur tour, dans le Calcaire carbonifère. Quelques différences dans la texture, et, de plus, leur liaison intime avec des schistes satinés passant à des schistes talqueux et à des micaschistes s'appuyant directement sur le granite, avaient engagé Dufrénoy à introduire le tout dans la formation cambrienne. Si on avait rajeuni outre mesure les marbres blancs des Pyrénées, il faut reconnaître qu'on avait par trop vieilli ceux de la Montagne-Noire. Laissons parler le maître :

« Le calcaire, en général très-esquilleux, souvent aussi est sac-
» charoïde. Cette texture est fréquemment en connexion avec les
» roches anciennes. Mais, dans beaucoup de cas, rien ne décèle un
» rapport entre ces deux terrains ; le calcaire, enclavé au milieu du
» schiste, n'est pas en contact avec le granite, et aucun filon de
» porphyre ne vient, par sa présence, indiquer l'origine du calcaire
» saccharoïde.... On a ouvert différentes carrières de marbres blancs
» aux environs de Lacaune : on est même parvenu à en extraire de
» très-beaux blocs. »

Dans une coupe transversale de la Montagne-Noire, passant par la forêt de Ramordens et par Escoussens, Dufrénoy constate que le schiste forme la partie la plus ancienne du terrain de transition. Le calcaire qui le surmonte est très-abondant en fossiles, surtout en Polypiers ; quelques couches sont très-riches en Nautiles ; on y trouve aussi deux espèces d'Orthocères. Le schiste immédiatement en contact avec le calcaire est presque toujours violet.

Il est évident que la simple indication générique des fossiles mentionnés plus haut est insuffisante pour en déduire l'âge des calcaires qui les contiennent ; la seule conclusion que l'on est en droit d'en tirer, c'est qu'ils font partie des terrains paléozoïques.

Heureusement de Boucheporn, qui avait été chargé de la Carte géologique du Tarn, va nous fournir des documents plus précis. En effet, cet ingénieur nous apprend (1) que, dans les environs de Burlats, on a pratiqué des recherches de houille au moyen d'une galerie horizontale qui a traversé :

1° Une série puissante et régulière de couches schisteuses, la plupart brunes et lie de vin, non satinées ;

2° Du calcaire marbre très-esquilleux, associé à du calcaire schisteux ;

(1) *Expl. Carte géol. France*. t. I, p. 163 et s.

3° Une roche blanche kaolinique;

4° Des schistes pyriteux noirs;

5° Une roche compacte, verdâtre, fusible, contenant de petits cristaux de feldspath vitreux et des cristaux d'amphibole. Elle forme une couche régulière de six pieds de puissance, et elle présente la plus grande analogie avec la *pierre carrée* des environs d'Angers, laquelle forme, comme celle-ci, des couches régulières dans le terrain anthraxifère des bords de la Loire;

6° Des schistes noirs très-pyriteux, contenant des empreintes de *Calamites*. La présence de ces débris organiques autorise malheureusement les recherches de houille, qui, ajoute de Boucheporn, ne peuvent qu'être infructueuses par la nature du terrain et par la proximité du granite qui ressort dans plusieurs points.

La question industrielle n'a rien à voir ici, mais non la question géologique. Aussi appellerai-je l'attention sur la présence du genre *Calamites* dans le terrain de transition de la Montagne-Noire. Je ne pense pas que ce genre ait jamais été signalé dans le terrain dévonien, ni dans le terrain silurien, et encore moins dans le terrain cambrien, ce lieu de déportation de toutes les couches non classées de la formation paléozoïque. Si on veut bien ne pas perdre de vue, en outre, l'identité du plan qui a présidé à la construction des Pyrénées et de la Montagne-Noire, on ne pourra guère se refuser, ce me semble, à paralléliser les marbres blancs de ces deux chaînes et à voir en eux les représentants autorisés du Calcaire carbonifère.

DÉPARTEMENTS DE L'ALLIER, DU CANTAL ET DE LA LOIRE.

Dès 1838 M. Gruner avait signalé la présence, sur plusieurs points du Forez, de gisements de calcaire saccharoïde, notamment près de L'Hopital, au hameau de Colet, près de Noirétable, à Saint-Thurin, à Soulagettes et à Champoly. Dans cette dernière localité, le filon calcaire a été exploité sur une longueur de plus de 400 mètres. La roche est généralement d'un blanc parfait, ou faiblement nuancé de gris clair. Sa structure cristalline est à grains très-fins : il s'égrène facilement. Ce défaut, joint aux nombreuses fissures qu'il présente, le rend impropre à la sculpture.

Au milieu de ce calcaire on trouve parfois de grands blocs d'une roche schisteuse, compacte et dense, d'un vert noirâtre très-foncé, qui semble une argile durcie par une action ignée.

L'absence habituelle de calcaires au milieu des roches ignées, et, d'un autre côté, l'intercalation fréquente de schistes de transition au milieu du porphyre de la chaîne du Forez, avaient fait penser aux au-

teurs de la Carte géologique de la France (1) que ces marbres avaient été produits par une cause analogue. La présence des argiles durcies rendaient cette supposition très-probable à leurs yeux.

Mais M. Jullien, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, qui a eu l'occasion de revoir ces gisements et d'en découvrir de nouveaux, est arrivé à des conclusions toutes différentes. A l'occasion de mes derniers travaux sur l'âge des calcaires saccharoïdes des Pyrénées, ce savant collègue m'écrit qu'il est parvenu à recueillir dans les marbres blancs de l'Allier, de la Loire et du Cantal, cent cinquante espèces fossiles, toutes de l'époque du Calcaire carbonifère, et que ces marbres marins sont saccharoïdes et capables de rivaliser avec ceux de Carrare et de Paros. Ce n'est qu'à la suite de recherches opiniâtres, dans un pays tout aussi peu connu que le centre de l'Afrique et généralement délaissé par les géologues, qu'ont pu être conquis les faits intéressants qui doivent faire tomber l'erreur accréditée jusqu'à ce jour de la non-existence du terrain carbonifère marin dans le Plateau central. Seulement le terrain carbonifère s'y présente, comme dans les Pyrénées, à l'état de marbres saccharoïdes et fossilifères.

GRÈCE, TURQUIE ET ASIE MINEURE.

Pour compléter tout ce qui se réfère à l'histoire des marbres blancs, je dois parler d'une région qui a fourni à la statuaire, à la sculpture et à l'architecture leurs matériaux les plus précieux. Nommer Paros, le Pentélique, le mont Hymette, c'est indiquer les richesses en ce genre que renferment les gisements de la Grèce. On peut dire qu'à partir de l'Attique jusqu'en Thessalie, en Macédoine et en Roumélie, l'élément le plus répandu est le marbre blanc. C'est encore le marbre qui domine dans les Cyclades, à Paros, Antiparos, Syra, Naxos, Andros, etc. Tous les Olympes créés par les Anciens, y compris celui de Brousse, dans l'Anatolie, le Mont Athos, le Pélion, l'Ossa, enfin tout ce qui se termine à l'horizon sous forme de masses abruptes et chauves, ne connaissent d'autres roches que le calcaire saccharoïde. Je n'ai jamais pu surprendre nulle part son recouvrement par aucun terrain d'époque secondaire: d'où la difficulté de pouvoir se montrer hardiment affirmatif sur son âge.

A Paros, comme à Antiparos, séparées l'une de l'autre par un canal très-étroit, je n'ai observé que deux roches : les micaschistes, qui sont à la base de l'édifice géologique, et les calcaires blancs, au sommet. Ces derniers se montrent à deux niveaux distincts : l'inférieur consiste

(1) *Explication de la Carte géologique de la France*. t. I, p. 136.

en un paquet de couches de 10 à 12 mètres, noyé dans des phyllades, et le deuxième, en des masses puissantes, dépassant 200 mètres et séparées du premier niveau par 20 mètres de phyllades. Les carrières de Paros, éboulées en partie, ont été ouvertes à mi-montagne, et par les profondeurs qu'elles ont atteintes, elles témoignent de l'activité avec laquelle leurs matériaux étaient recherchés. On a tenté de les réouvrir il y a quelques années, mais Carrare a opposé une concurrence qui, je le crains, plongera Paros dans un sommeil prolongé.

Naxos, Andros offrent les mêmes particularités. A Syra, le mont Pyrgos, qui constitue la sommité la plus élevée de l'île, est composé d'un calcaire noirâtre ou grisâtre, ressemblant au calcaire carbonifère de Visé.

Les carrières du Pentélique ont fourni aux monuments de l'Acropole d'Athènes la quantité colossale de marbres qui est entrée dans leur construction. Le Mont Hymette possède bien quelques carrières de marbre blanc; mais en général la masse est plutôt un calcaire grisâtre. Le Lycabette et l'Acropole se dressent sous forme de monticules dans la vallée de l'Ilissus; ils ont pour piédestal des talcschistes pourris, verdâtres, et pour entablement les mêmes calcaires qu'au Mont Hymette. On a ouvert dans le Lycabette de grandes carrières d'où l'on extrait des moellons et des matériaux pour l'empierrement des routes. Au-dessus des phyllades, on constate l'alternance de calcaires compactes avec de véritables silex (*Pthanites*) et avec des killas rougeâtres et terreux. On y chercherait vainement les marbres fins du Pentélique, leurs contemporains : à l'œil nu, ils ne se distinguent point de nos calcaires à *Requienia* ou du klippenkalk du Midi de la France. A la suite de patientes recherches, je suis parvenu à découvrir quelques traces charbonneuses et de petits fragments d'un anthracite semblable au jayet, mais sans continuité.

Les géologues de l'Expédition scientifique de la Morée considèrent les marbres de l'Attique et des Cyclades comme primitifs. Seulement je ferai observer que, dans aucune partie du monde, on n'a cité des exemples de masses de calcaires saccharoïdes de plus de 1 000 mètres de puissance, subordonnées aux micaschistes. Dans la Grèce et en Turquie, les marbres blancs sont supérieurs aux micaschistes, comme ils le sont dans les Alpes Apuennes et ailleurs. En les comparant avec ceux de Carrare, et en voyant que position, structure et puissance sont identiques, je me sens entraîné naturellement à les rapporter à la même époque. Admettons, en effet, par pure hypothèse, que les marbres des Alpes Apuennes, qui reposent aussi sur les micaschistes, ne fussent recouverts par aucun terrain de date secondaire, ainsi que cela se passe en Grèce, ils n'en seraient pas moins de l'époque carbo-

nifère. C'est une opinion, d'ailleurs, que je ne puis formuler qu'avec une certaine réserve, puisque je n'ai en mains que des arguments d'analogie, laissant à d'autres observateurs le soin de la confirmer. Je ferai remarquer, en terminant, que, dans toutes les contrées si riches en marbres blancs que je viens de citer, on ne connaît aucune roche éruptive que l'on puisse invoquer comme agent métamorphique.

CORSE.

Si j'ai dû considérer avec une certaine réserve comme carbonifères les marbres blancs de la Grèce et de la Turquie, la même réserve m'est imposée pour un gisement de calcaire saccharoïde, qui, sous forme d'une montagne à parois abruptes et à sommets dentelés, constitue un îlot complétement isolé au milieu du granite. Cette montagne se dresse, avec une hardiesse sauvage, au nord du village d'Asco. Sa composition est des plus simples : elle consiste en un marbre blanc, grenu, à grains fins et très-miroitants. Il a été l'objet de quelques tentatives d'exploitation, que le voisinage et la supériorité des produits de Carrare ont dû faire abandonner.

Il est regrettable que M. Tabariès, à qui l'on doit un mémoire sur l'île de Corse (1), n'ait pu nous renseigner sur l'âge du gisement d'anthracite qu'il cite à Osani. Ce gisement n'est pas le seul qui existe en Corse. J'en ai observé plusieurs autres dans l'arrondissement de Corte et non loin d'Asco. Sans une grave maladie qui m'interdit, jusqu'à nouvel ordre, les courses trop fatigantes, j'aurais peut-être été amené à préciser la date de ces combustibles, sur lesquels j'étais chargé de rédiger un rapport, d'autant plus que le terrain anthraxifère existe en Sardaigne, et l'on connaît les affinités géologiques de cette île avec la Corse.

J'ai eu l'occasion de parcourir la Corse à plusieurs reprises ; mais, mes courses ayant toujours eu pour objectif principal l'examen des mines, je n'ai pu étudier solidement que les terrains qui se trouvaient dans le voisinage de celles-ci. Parmi les points qui me sont familiers, je citerai le Cap Corse, la Balagne, ainsi que les alentours de Ponte-alla-Leccia, célèbres par leurs mines de cuivre panaché. Je laisse de côté les terrains miocènes de Bonifacio, ainsi que les régions granitiques.

M. Tabariès admet l'existence des terrains crétacés dans des localités où ils n'existent certainement pas ; et l'auteur, qui ne peut y citer aucun fossile, reconnaît qu'il ne peut les séparer du terrain nummulitique.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXV, p. 71.

« Rien de variable comme l'aspect minéralogique de la formation » (double) dont il s'agit, ajoute M. Tabariès. A Corte, ce sont des » marbres cristallins, soit gris et à longues veines parallèles, soit à » pâte blanchâtre et pénétrée de diallage; au nord de Corte, à San- » Marcello, au pont du Vecchio, ce sont des schistes ardoisiers suscep- » tibles d'exploitation; près de Ponte-Leccia, elle constitue une sorte » de calcaire argileux, gris et rose, exploité comme pierre d'ornement; » au-dessous de Borgo, le terrain est formé de schistes rouges, ail- » leurs, de grès de teintes variables et de grauwackes grises avec cail- » loux de quartz, à Brando, de calcaires jaunes bien stratifiés. »

Ce n'est point ici le lieu de procéder à une séparation dans ces diverses catégories de terrains, dont un, le marbre jaune de Ponte-alla-Leccia, appartient réellement à la formation nummulitique, mais dont les autres auront à prendre place dans un ou plusieurs termes des terrains secondaires inférieurs, de la série paléozoïque, et même dans le groupe des schistes cristallins.

M. Tabariès reconnaît toutes les difficultés que l'étude de cette partie des terrains de la Corse présente au géologue, et il avoue que si la stratigraphie est loin de suffire à débrouiller ce chaos, les caractères présentés par les fossiles font encore plus défaut. Il convient certainement d'enlever, je ne dis pas au terrain crétacé, qui ne me paraît pas exister en Corse, mais au terrain nummulitique, les marbres cristallins d'Asco et de Corte, les schistes ardoisiers, les anthracites, et surtout le Cap Corse tout entier, qui, avec ses micaschistes, ses talcschistes, ses cipolins, appartient à la formation primaire et reproduit les mêmes roches que la base des Alpes Apuennes, qui sont en face de Bastia et qui tôt ou tard trouveront leur représentant complet en Corse. Mais je ne crains pas de m'avancer trop en disant que la géologie de cette île est à faire à nouveau. Mon observation a seulement pour objet d'appeler l'attention sur les terrains qui pourraient représenter le calcaire anthraxifère que j'admets pour mon compte. L'âge du calcaire saccharoïde d'Asco pourrait alors être précisé plus exactement.

ALPES DU TANARO (PIÉMONT).

Le bourg d'Orméa dépend de la province de Mondovi. Il est situé un peu en aval du point où le Tanaro et le Tanarello opèrent leur jonction, et se trouve à peu près à égale distance de Mondovi et d'Oneglia. C'est par Oneglia et la Pieve que j'ai atteint Orméa. Après être sorti des terrains oligocènes, qui couvrent le versant méridional, on met le pied sur les schistes cristallins, disposés en îlots isolés. Au-dessus se développe une grande formation de marbres blancs saccharoïdes et de marbres gris veinés, qui rappellent complétement les

gisements analogues des Alpes Apuennes, de Campiglia et des Pyrénées. Ils figurent sur la *Carte géologique de la France* sous la rubrique du terrain jurassique métamorphique. Comme, à l'époque déjà ancienne où je parcourais cette partie de l'Italie, je partageais l'opinion commune que les calcaires cristallins étaient du Lias métamorphosé, l'idée ne me vint pas de rechercher les relations qui pouvaient exister entre eux et les étages jurassiques normaux qui les recouvrent. Je dois, en conséquence, me borner à signaler ce nouveau gisement à l'attention des savants que leurs études amèneraient dans ces régions, pour savoir si ces marbres, qui sont l'objet d'un commerce très-important, ne se rattacheraient pas, comme c'est probable, au Calcaire carbonifère.

Si l'âge de quelques-uns des gisements que nous venons de passer en revue, pouvait, à cause de l'insuffisance des renseignements recueillis jusqu'ici, être l'objet de quelques doutes, je ne pense pas qu'on puisse refuser l'estampille du Calcaire carbonifère aux marbres saccharoïdes des Alpes Apuennes, du Campiglièse, des Pyrénées, de la Montagne-Noire, du Forez, du Cantal et de l'Allier. Leur position stratigraphique et les fossiles qu'ils contiennent me paraissent avoir résolu la question scientifiquement. Ce point important une fois concédé, les mêmes conclusions doivent être étendues, de par l'induction analogique, aux autres gisements qui, quoique non recouverts par la série ascendante, possèdent une base semblable, des épaisseurs comparables et des caractères minéralogiques identiques, d'autant plus que, pour n'être pas recouverts, les marbres blancs de la Montagne-Noire, de l'Allier et de la Loire n'en sont pas moins de l'époque du Calcaire carbonifère.

*Sur l'***exploitation** *des* **mines** *du* **Campiglièse** *par les anciens* **Étrusques,**

par M. H. **Coquand.**

L'habitude de rapporter tout ce qui a été entrepris de grand dans l'antique Italie, au génie des Romains, a fait généralement attribuer à ce peuple conquérant le creusement des excavations souterraines que l'on observe dans le Campiglièse et dans le Massétano, districts qui faisaient partie de l'ancienne Étrurie. Cependant l'immensité des vides, les difficultés de l'abatage pratiqué avec le secours seul du pic et de la pointerolle, les amas de scories disséminés sur une foule de points et qui quelquefois comblent des vallées entières, attestent pour l'exécution de ces gigantesques travaux concentrés dans un périmètre comparativement très-limité, un développement de forces puissantes

pendant plusieurs siècles successifs. Or, l'histoire nous apprend que la Confédération Étrusque ne fut incorporée à la République Romaine qu'en l'an 473 de la fondation de Rome (1).

Strabon, contemporain d'Auguste, qui visita Popolonia (2) dont les ruines s'aperçoivent de Campiglia, raconte que les mines situées dans le voisinage de cette ville, et qui ne peuvent être que celles du Campiglièse, étaient abandonnées de son temps. Il est vrai que les Romains demandaient à l'île d'Elbe le fer que réclamait l'application si variée de ce métal ; mais à l'époque où vivait le géographe grec, c'était à Popolonia, en face même des mines, que se traitaient les minerais. Strabon y signale en effet des fourneaux en activité ; et aujourd'hui même, les amas immenses de scories et les débris de fer oligiste qui gisent épars sur la plage et sur les hauteurs où se montrent encore debout les ruines de cette florissante cité, témoignent de l'ardeur avec laquelle on y travaillait les métaux, tout en confirmant l'authenticité des témoignages historiques qui sont parvenus jusqu'à nous.

L'établissement des fonderies à Popolonia remonte à une époque antérieure à la domination romaine, puisque nous savons par Aristote (3) que la richesse des mines de l'île d'Elbe était connue du temps d'Alexandre (826 ans avant J.-C.). Le fer y était déjà désigné sous le nom de *ferrum popolonicum*, non-seulement parce que l'île était une dépendance de la cité étrusque, mais encore parce qu'on transportait dans cette dernière le minerai pour le fondre.

Et cependant les mines du Campiglièse n'avaient pas toujours été dans l'état d'abandon où les trouva Strabon. Les vastes travaux qui ont été pratiqués au Monte-Valerio et sous le Monte-Calvi, et que l'on peut considérer comme les monuments les plus gigantesques que nous aient laissés les anciens en fait d'excavations de mines, prouvent que les minerais de cette contrée furent l'objet d'un traitement en grand pendant plusieurs siècles.

Les puissants filons d'hématite des environs de Massa ont été fouillés sur tout leur parcours, avec une persistance tellement soutenue, que les montagnes qui les contiennent sont littéralement couvertes de déblais, et que ceux-ci ne forment, à proprement parler, qu'une halde sur plusieurs milles carrés. Nous en dirons autant des régions métallifères de l'Accesa et de Montieri, qui sont criblées de puits et de tra-

(1) Rome, d'après Varron, fut bâtie 753 ans avant J.-C. La première guerre contre les Étrusques eut lieu l'an 29 de Rome ; en 159 ils furent vaincus par Tarquin ; en 473 ils perdirent leur nationalité et passèrent définitivement sous la domination romaine.

(2) Strabon, *Géogr.*, livre V.

(3) *De mirabilibus auscultationibus.*

vaux souterrains. On a constaté dans ces gîtes la présence du plomb argentifère, du cuivre pyriteux, du fahlerz et de l'argent rouge. La qualité de ces divers minerais explique l'extension que les Étrusques ont donnée aux travaux qui avaient leur recherche pour but.

L'incorporation de l'Étrurie au territoire de la République Romaine s'étant effectuée vers l'an 473 de Rome, 280 ans s'étaient écoulés depuis cet événement au moment où Strabon visita Popolonia et les régions circonvoisines. Puisque les mines de cette partie de l'Étrurie n'étaient plus exploitées sous le règne d'Auguste, il faudrait, si on voulait les rapporter à l'époque romaine, les renfermer dans une limite de moins de 280 ans, intervalle qui ne saurait se concilier avec l'extension des travaux et avec les circonstances défavorables dans lesquelles la dureté et la ténacité de la roche obligeait de les exécuter. Cette impossibilité, déduite de la discussion des dates, nous amène donc à attribuer aux Étrusques seuls l'exploitation des mines du Campiglièse. Elle a pu être continuée par eux après l'incorporation, car il ne paraît pas que les Romains entourassent ce genre d'industrie du même culte que les Étrusques, qui, fabricants de métaux et faisant des matières premières et des articles manufacturés l'objet d'un commerce extérieur extrêmement actif, avaient intérêt à réclamer au sol les éléments indispensables à leur industrie, tandis que les Romains, promenés par les guerres dans toutes les nations civilisées, trouvèrent plus commode de ravir à la Grèce, à la Sicile et à l'Égypte leurs chefs-d'œuvre pour en décorer Rome, en confiant, au besoin, à un ciseau mercenaire le soin de reproduire l'image des dieux qui régnaient au Capitole, et celle des empereurs que la servilité du Sénat élevait au rang d'immortels.

D'ailleurs, si ces mines avaient été l'objet de recherches de la part des Romains, Strabon n'aurait pu ignorer cette circonstance, et il n'aurait pas relaté alors l'état d'abandon dans lequel était tombée l'industrie métallurgique en Étrurie, quand il visita ce pays.

Pour trouver la cause de cette décadence des mines, il est indispensable de pénétrer dans les travaux souterrains. Les Étrusques ont fouillé les filons cuprifères jusqu'à la rencontre des eaux. Il est évident que celles-ci ont dû leur opposer un obstacle insurmontable, car on ne pouvait en débarrasser les chantiers inondés, dont plusieurs dépassent la profondeur de 150 mètres, ni les remonter à la surface, puisqu'il aurait fallu les diriger à travers un labyrinthe de galeries et de descenderies tortueuses dont la direction et le niveau changent à chaque pas.

Si les établissements de Popolonia, placés dans des conditions toutes différentes, furent maintenus en activité après la cessation des

travaux dans les mines de cuivre, leur conservation a tenu surtout à ce que les gisements de fer de l'île d'Elbe consistant en des montagnes de minerais dont l'exploitation s'opère aujourd'hui encore à ciel ouvert, étaient placés à l'abri de l'envahissement des eaux ; de plus, il ne faut pas perdre de vue que les Romains avaient le plus grand intérêt à s'assurer les ressources des arsenaux naturels, auxquels de grandes commandes d'armes étaient ordonnées, lorsque, par exemple, fut décrétée la troisième guerre punique.

L'histoire des Étrusques, jusque vers l'époque de la fondation de Rome, est enveloppée de tant d'obscurité, les écrits qui sont parvenus jusqu'à nous répandent si peu de jour sur l'organisation de ce peuple, qu'on sait être originaire d'Asie, qu'on ignore s'il existait une réglementation touchant la propriété ou l'exploitation des mines. Nous savons seulement, par les nombreux monuments en bronze qui sont répandus dans les musées de Volterra, de Cortona, de Chiusi, de Pérouse et de tant d'autres villes d'Italie, ainsi que par la réputation que les Étrusques s'étaient acquise d'habiles fondeurs, que les chefs-d'œuvre qui sortaient de leurs ateliers étaient recherchés par toutes les nations civilisées et même par les Grecs. Ils dûrent donc s'attacher de préférence à l'exploitation des mines de cuivre qui leur fournissaient la matière première, indispensable à leur genre d'industrie ; disons mieux, l'abondance des mines de cuivre dans les régions qu'ils habitaient a dû déterminer leur vocation d'artistes et de fondeurs, tout comme les gisements d'albâtre gypseux des environs de Volterra ont fixé aujourd'hui dans cette ville le monopole des ouvrages fabriqués avec cette substance et que l'on exporte jusque dans l'Amérique et dans les Indes.

En effet, si nous jetons un coup d'œil sur les districts filoniens de l'antique Étrurie, nous verrons les plus grandes excavations concentrées précisément sur les gîtes cuprifères.

Les mines d'argent et de cuivre de Montieri, reprises en 1181 (1), furent délaissées en 1355, époque où la peste et la guerre enlevèrent les bras nécessaires à leur exploitation ; mais, à en juger par la quantité énorme des déblais dont sont encombrées les haldes, et par les scories accumulées dans les alentours du village, on se convainc bien vite qu'une période de 174 ans est insuffisante pour produire un pareil résultat. Aussi Targioni pense-t-il que ces mines furent ouvertes avant que les Étrusques tombassent sous le joug des Romains. En 1835 (2), on rentra dans les travaux dits de la Troja, qui étaient cités comme le

(1) *Voyages de Targioni-Tozzetti.*
(2) Burat, *Théorie des gîtes métallifères.*

point le plus productif, et on y observa des fragments de quartz imprégnés de cuivre pyriteux, de galène et de fahlerz.

Les gisements métallifères, si longtemps délaissés, des environs de Massa-Maritima, sont plus remarquables encore par l'accumulation des travaux qui y ont été pratiqués anciennement. Le quartier de Serra-Bottini est un versant tellement criblé de puits verticaux irrégulièrement disséminés, que les haldes d'un grand nombre de ces puits se touchent et se confondent. Plusieurs d'entre eux sont muraillés et très-profonds.

Sur un point du Monte-Valerio désigné par le nom de *Cento camerelle,* et dans la région connue sous celui de *Campo alle bucche,* nous retrouvons une disposition analogue quant au rapprochement et à la multiplicité des travaux que l'on y a ouverts. Les haldes sont étouffées sous un épais manteau terreux que recouvrent des chênes séculaires et qui laisse à peine deviner, dans quelques blocs épars, la nature des gîtes d'où ils ont été arrachés.

Les filons cuprifères ont été surtout l'objet de travaux si gigantesques que leur direction est plus clairement indiquée par les traînées de déblais que par les crêtes des affleurements. J'ai pénétré, moi le premier, en 1844, et non sans danger, jusqu'à la profondeur absolue de 135 mètres; mais, à cause des éboulements produits, je n'ai pu descendre plus bas et atteindre le filon vierge. J'ai traversé un système très-compliqué de vastes chambres irrégulières, étagées les unes au-dessus des autres, à moitié remblayées et soutenues par d'énormes piliers et des voûtes laissées dans les parties les moins riches des filons. Ces chambres sont rattachées les unes aux autres au moyen de galeries et de descenderies tortueuses, dont il est impossible de se former une idée, si on ne les a pas vues. Si je n'avais pris la précaution d'éclairer la route suivie par des jalons et des sentinelles posées de distance en distance, il nous eût été fort difficile, pour ne pas dire impossible, d'opérer notre retour.

M. Simonin, qui a eu l'occasion de pénétrer plus tard dans les mêmes labyrinthes, s'exprime de la manière suivante (1) : « Ce sont » les sœurs des catacombes, moins connues, mais certainement plus » curieuses que les anciennes carrières tant vantées de Rome ou de » Paris. Il y a là des excavations assez grandes pour qu'une maison » de six étages pût y tenir à son aise. Ces vastes chambres communi- » quent entre elles par d'étroites galeries, ou plutôt par de véritables » boyaux où l'on a peine à se glisser. Les roches stériles, laissées » comme remblais dans les excavations, ont fait prise, cimentées par

(1) Simonin, *La vie souterraine,* p. 173.

» la pression des assises supérieures et par les débris terreux de la
» mine. La poudre seule peut maintenant diviser ces masses artifi-
» cielles, qui rappellent les blocs de béton qu'on précipite à la mer
» dans la construction des jetées. »

On peut, au surplus, juger de l'importance et de la durée des exploitations par le fait suivant. Sur un point situé entre le Palazzo dei Lanzi et le vallon de l'Ortaccio, on vient tout récemment (1873) de cuber une masse de déblais dans lesquels il a été ouvert des tranchées de 30 mètres, et dont la quantité ressort à trois millions de tonnes. A cette quantité il convient d'en ajouter une au moins égale, représentant les matériaux laissés comme remblais dans l'intérieur des travaux. Ces déblais contiennent encore de 3 à 4 pour cent de cuivre; or, si une halde seule a fourni un cube pareil, à quel chiffre se serait élevé celui de l'ensemble des haldes, si une opération de ce genre avait été effectuée?

Les produits des mines étaient fondus dans les vallons voisins et souvent même à côté des puits qui les avaient fournis. La vallée de Fucinaja est comblée par des monceaux de scories; on en retrouve également derrière le Monte-Calvi, à la naissance du vallon del Giardino,sur le revers du Monte-Calvino, dans le territoire de Suvereto, dans les gorges du Carnasciale, à Pozzatello, et sur une foule d'autres points.

N'est-il pas de la dernière évidence, d'après cela, que l'exploitation des mines sous les Étrusques devait être entreprise concurremment par un grand nombre d'associations d'ouvriers, et probablement même par des particuliers isolément! Un propriétaire, une fois maître de son emplacement, fonçait un puits à côté de celui de son voisin, et lorsqu'il en avait retiré une quantité suffisante de minerai, il le traitait dans un fourneau établi près de son puits ou dans le voisinage de quelques sources auprès desquelles on remarque la plus grande accumulation de scories. Il serait difficile de se rendre compte autrement de la multiplicité des puits et de la dissémination des fonderies. Si une administration unique eût présidé à la direction générale de l'exploitation, elle l'eût subordonnée à un régime économique, en établissant quelques centres, au lieu de foncer cette série de puits contigus qui grevaient inutilement le budget des dépenses. Mais le système pratiqué avait pour résultat, à son tour, en multipliant les chantiers à l'infini, d'arriver promptement à une production plus abondante, et, comme il favorisait la libre concurrence, en intéressant la population entière à la prospérité et à l'industrie des mines, les métaux fabriqués devaient s'écouler avec plus de facilité. On escomptait, en un mot, l'avenir en faveur du présent.

Comme le pyroxène est une roche fort tenace et d'une difficile extraction, même en employant la poudre, les anciens pénétraient dans le cœur du gîte en suivant de préférence les veines atteintes par un commencement de décomposition ; ce qui les entraînait à creuser des espèces de puits étroits et tortueux. Ces puits, dans plusieurs desquels j'ai pénétré, servaient au passage des ouvriers et à la sortie des minerais. Mais par quels moyens s'opérait cette sortie? Ce n'était certainement pas par le système des treuils ou des échelles. Voici de quelle manière ils s'y prenaient pour échapper aux inconvénients des coudes nombreux qui rendaient tout enlèvement vertical impossible. Ils pratiquaient, sur deux parois opposés du puits, et à une distance d'un mètre les unes des autres, des entailles destinées à recevoir les pieds et à leur fournir un point d'appui solide. Lorsque le moment était venu de sortir le minerai abattu, les entailles se garnissaient d'ouvriers qui faisaient la chaîne, de sorte que le n° 1, placé au pied du puits, passait la charge au n° 2, celui-ci au n° 3, et ainsi de suite jusqu'au dernier poste à l'orifice. J'ai répété moi-même cette manœuvre en garnissant d'ouvriers les puits à entailles. Les puits verticaux étaient armés d'un treuil ou d'une poulie; on voit encore dans le marbre les cannelures profondes creusées par le frottement des cordes.

Les conclusions auxquelles nous a conduits l'étude des gîtes métallifères, dévoilent chez les Étrusques une civilisation avancée, et concordent avec l'opinion des auteurs qui assurent que les arts, les sciences et les lettres étaient cultivés avec succès en Étrurie avant même que la Grèce eût reçu de l'Orient les rayons de lumière qu'elle déversa ensuite sur tous les peuples voisins. Winkelmann (1), quoique peu partisan des Étrusques, avoue, en parlant de la Diane du musée d'Herculanum, qu'il est impossible d'observer quelque chef-d'œuvre aussi parfait dans les meilleures statues grecques, et que la gloire des beaux-arts de l'Étrurie a précédé incontestablement celle des Grecs.

Si nous ouvrons les archives de l'histoire, nous y découvrons à chaque page que les villes situées sur les bords de la Méditerranée, telles que Popolonia, dont dépendait le territoire de Campiglia, fournissaient aux peuples de l'Orient des armes de luxe, des ustensiles de toute sorte en cuivre et en fer, ainsi que les bronzes destinés à la décoration des monuments publics, des temples et des palais. Cortona, Pérouse et Arezzo étaient des cités très-florissantes et très-renommées dans l'art de fondre (2). Les murs gigantesques, les

(1) *Storia dell' arte*, livre VIII, chap. 1 et 2.
(2) Tite-Live, livre I. chap. IX.

hypogées, les vases, les urnes et les statuettes que l'on découvre dans les territoires de ces antiques villes, justifient pleinement les éloges qui leur étaient unanimement décernés. Aussi Diodore surnomma-t-il l'Étrurie la *polytechnica*.

Lorsque la célèbre menace : *delenda est Carthago*, qu'un farouche Romain laissait tomber chaque jour du haut de la Tribune aux harangues, fut convertie en une formule de guerre, ce fut à Popolonia, ville très-commerçante et qui fournit 600 hommes à Énée (1), que Rome réclama tout le matériel en métaux nécessaire à l'armée navale conduite par Scipion contre Carthage (2).

Dès les siècles les plus reculés les Étrusques étaient cités comme les meilleurs sculpteurs et les artistes les plus habiles pour le coulage des bronzes (3). Cette réputation se maintenait jusque dans l'époque de décadence de Cassiodore (4).

Lorsque Tarquin l'Ancien voulut construire un temple en l'honneur de Jupiter au Capitole, ce fut de l'Étrurie qu'il appela tous les artistes et les architectes (5). Le sculpteur Turianus arriva par son ordre de Flégelles à Rome pour couler la fameuse statue de Jupiter et un Hercule dont Pline fait le plus grand éloge (6).

Le quadrige et la statue de Romulus couronné par la Victoire furent une œuvre des Étrusques (7).

Numa, le législateur des Romains, fut élevé à l'école des Étrusques. Le sculpteur Véturius Mamurus qui fondit la statue du dieu Vertunus, et plus tard les Ancyles sur le modèle de celui que Numa assura être tombé du ciel, avait étudié son art chez ce peuple.

Pline loue beaucoup le magnifique Apollon de la bibliothèque d'Auguste, statue colossale dont le fini le dispute à la matière (8).

La découverte d'un magnifique lampadaire en bronze, faite dans ces dernières années à Cortona, a fourni à M. Agramante Lorini le sujet d'une très-savante dissertation, dans laquelle cet archéologue démontre

(1) Virgile, *Enéide*, livre X.

(2) Tite-Live, décade III, livre VIII.

(3) *Præterea elaboratam hanc artem Italiæ et maxime Etruriæ.* Pline, livre XXXIV, chap. XII.

(4) *Has statuas primum Thusci in Italiam invenisse referunt.* Cassiod., VII, 15.

(5) Tite-Live, décade I, livre I.

(6) *Turianum a Fregellis accitum, cui locaret Tarquinius priscus effigiem Jovis in Capitolio dicandam..... Ab eodem factum Herculem, qui hodieque materiæ nomen in urbe retinet. Hæ enim tum effigies erant laudatissimæ.* Pline, livre XXXIV, chap. XII.

(7) Plutarque, *Romulus*, 38.

(8) *Videmus certe Tuscanicum Apollinem in bibliotheca templi Augusti, L pedum a pollice, dubium ære mirabiliorem an pulchritudine*, livre XXXIV, chap. XVIII.

que ce chef-d'œuvre est antérieur aux beaux temps de la sculpture grecque.

On trouve dans Pausanias la preuve que l'art de fondre remonte chez les Étrusques à une époque fort reculée ; en effet cet écrivain assure que de son temps il existait dans le temple de Jupiter Olympien le trône d'Arimnus, un des rois d'Étrurie qui vivait avant Gygès et Midas (1).

La spécialité de fondeurs en bronze que les Étrusques exerçaient avec tant de distinction explique à merveille l'importance qu'ils ont accordée aux mines de cuivre. J'ai fait moi-même dans les déblais du Monte-Calvi la découverte de quelques objets d'antiquité qui concordent avec les documents qui précèdent.

Ces objets consistent en pics et en coins en bronze dont l'existence tendrait à faire remonter l'exploitation à une époque très-reculée où le fer n'était point encore employé, et en lampes en terre cuite. Les sujets qui y sont représentés sont d'un style antique et d'une bonne exécution. Mais l'objet le plus précieux est un Scarabée en cornaline, de forme ovale, de 14 millimètres de long sur 11 de large. L'insecte, qui est gravé en relief, représente un *Ateuchus* à corselet et élytres lisses. La face plane, taillée en creux, a pour symbole une Divinité assise tenant une lance enguirlandée à la main. Cette figure représente assurément les types Égyptiens. La tête est vue de profil et allongée ; ses épaules sont larges et anguleuses. La pierre est forée. Comme les Égyptiens rendaient un culte divin aux Scarabées, j'avais pensé d'abord que mon exemplaire avait été apporté de l'Égypte ; mais en consultant le Dictionnaire historico-mythologique de tous les peuples du monde, j'ai lu que les Étrusques avaient emprunté aux Égyptiens le scarabée qu'ils foraient pour le suspendre au cou, à l'instar des talismans, et que de plus ils s'en servaient comme cachet. Les scarabées étrusques n'excèdent jamais la taille naturelle des insectes, et la cornaline était la pierre qu'on choisissait de préférence pour les représenter.

Parmi les médailles qui ont été recueillies dans les mines étrusques, un assez grand nombre sont frappées à l'effigie de Vulcain et présentent, sur le revers, le marteau et les tenailles, emblêmes des forgerons et des mineurs.

Il ne paraît pas que les mines du Campiglièse aient été réexploitées pendant le Moyen-Age : en effet l'ensemble des travaux étant subordonné à un système uniforme, il est évident que l'exploitation se réfère

(1) *Inter donaria templi exstat solium Arimmi Etruscorum regis, qui, primus exterorum, donum Olympico Jovi misit.* Pausanias, livre V.

à une seule et même période, très-probablement antérieure à l'occupation romaine.

Quelques compagnies, mais pas assez puissamment organisées, ont tenté, ces dernières années, de donner à ces mines une nouvelle vie; malheureusement, on s'est borné à abattre quelques piliers laissés par les anciens, et on n'a pu parvenir jusqu'aux parties vierges des filons. C'est à des travaux de grande profondeur qu'il conviendra de recourir, si on veut s'affranchir des vides ouverts pendant la période étrusque.

Sur les **Grès rouges** *de la* **Nubie,**

par M. **Coquand.**

On a beaucoup écrit sur l'âge des Grès rouges de la Nubie. M. Lartet, en prenant pour point de départ les terrains de la Palestine qu'il a si bien décrits, a été amené dernièrement à les considérer comme inférieurs à la Craie de Rouen (étage rhotomagien) : ce qui leur donnerait la position du Gault.

M. Delanoue, avant de se rendre en Égypte, consacra plusieurs jours, en ma compagnie, à l'étude des terrains de la Provence. Après lui avoir montré les puissants étages rubiens (Garumnien) des environs d'Aix et de Vitrolles, je lui recommandai d'examiner avec attention si leur représentant ne se retrouverait point en Nubie. Puisque le terrain garumnien est un terme de la formation crétacée qui jusqu'ici n'a été signalé, hors de France, qu'en Espagne, et que, s'il est d'origine lacustre en Provence et dans l'Hérault, il est d'origine marine sur les deux versants des Pyrénées, il va de soi que la distribution géographique de la mer au fond de laquelle il a été déposé ne saurait être limitée aux deux contrées précitées.

M. Delanoue, à son retour d'Orient, mit à ma disposition plusieurs fossiles provenant du fond d'un sondage exécuté par Figari-Bey à travers les grès nubiens, pour la recherche de combustibles fossiles (1). Ils étaient engagés dans une argile lignitifère, et parmi eux se trouvait l'*Ostrea Verneuili* avec ses deux valves.

Or, l'*O. Verneuili*, Leym., a été découverte par son auteur à la base du Garumnien et dans des grès lignitifères, au col de Nargo, à Ausseing, ainsi que dans l'Ariége. Il est évident que si ce fossile avait

(1) Ce sondage, dit El-Aoui, après avoir traversé 94 mètres de grès nubiens, a rencontré des marnes charbonneuses avec *O. Verneuili*.

le pouvoir de trancher la question, les grès de Nubie seraient garumniens. Ce fut mon opinion après discussion des faits purement géologiques. M. Delanoue s'y rallia pleinement, et il me demanda une note qu'il devait joindre à un travail plus général que la mort l'a empêché de mener à bonne fin : il m'assurait posséder de solides raisons pour rajeunir les grès de Nubie et les élever au niveau du Garumnien provençal. L'argument paléontologique que lui donnait la présence de l'*Ostrea Verneuili* corroborait les arguments stratigraphiques que lui avait fournis l'étude du terrain.

M. Zittel, qui vient de pénétrer, à son tour, dans les parties inexplorées jusqu'ici du désert Lybique, a trouvé, immédiatement au-dessus des grès de Nubie, une Craie supérieure avec nombreux fossiles à faciès tertiaires, qui ne peut être, suivant moi, la Craie supérieure de l'Algérie et de l'Arabah, qui est à faciès secondaire. M. Vidal nous a fait connaître du Garumnien d'Espagne des espèces marines qui, si elles ne se trouvaient mêlées à des Rudistes, pourraient être considérées comme tertiaires. Bientôt mon ami M. Matheron publiera celles du Garumnien Français. Il sera curieux de vérifier si un certain nombre d'entre elles se retrouvera parmi les fossiles recueillis par M. Zittel. Cette confrontation ne serait pas sans influence sur l'âge définitif à assigner aux grès de Nubie. Dans le désert de Lybie, les Craies moyenne et inférieure font complétement défaut, suivant le savant professeur de Munich.

En réfléchissant que M. Delanoue a contracté les germes de la maladie à laquelle il a succombé, dans une région qu'il se proposait de nous faire connaître plus à fond, j'ai pensé qu'il était convenable de consigner dans le *Bulletin* l'opinion à laquelle ce regretté confrère et moi nous nous étions arrêtés relativement à l'âge des grès qui avaient fourni l'*Ostrea Verneuili*.

Séance du 10 *janvier* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce la mort de MM. Felipe Bauza, Vitaliano Borromeo et Defrance.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. LABAT (A.), Docteur en médecine, rue du Mont-Thabor, 13, à Paris, présenté par MM. Daubrée et Sauvage.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

L'ordre du jour appelle le renouvellement du Bureau et du Conseil.

M. Edm. PELLAT ayant obtenu 85 suffrages sur 138 votants est élu Président pour l'année 1876.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents, MM. TOURNOUËR, Alph. FAVRE, BENOIT, PARRAN.
Secrétaire pour l'Étranger, M. VÉLAIN.
Vice-Secrétaire, M. G. DOLLFUS.
Membres du Conseil, MM. JANNETTAZ, MALLARD, DE CHANCOURTOIS, DE LAPPARENT, DELAIRE.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1876, de la manière suivante :

Président, M. Edm. PELLAT.

Vice-Présidents.

M. TOURNOUËR.
M. Alph. FAVRE.
M. BENOIT.
M. PARRAN.

Secrétaires.

M. H.-E. SAUVAGE, pour la France.
M. VÉLAIN, pour l'Étranger.

Vice-Secrétaires.

M. P. BROCCHI.
M. G. DOLLFUS.

Trésorier.

M. DANGLURE.

Archiviste.

M. BIOCHE.

Membres du Conseil.

M. TERQUEM.
M. DE ROYS.
M. L. GRUNER.
M. BERSON.
M. CHAPER.
M. COTTEAU.
M. TOMBECK.
M. JANNETTAZ.
M. MALLARD.
M. DE CHANCOURTOIS.
M. DE LAPPARENT.
M. DELAIRE.

Dans sa séance du 20 décembre 1875, le Conseil a composé les Commissions pour l'année 1876 de la manière suivante :

1° *Commission du Bulletin :* MM. Alb. Gaudry, Chaper, Tournouër, de Lapparent, Delaire.

2° *Commission des Mémoires :* MM. Ed. Jannettaz, Cotteau, L. Gruner.

3° *Commission de Comptabilité :* MM. le marquis de Roys, Alb. Moreau, Bioche.

4° *Commission des Archives :* MM. Tournouër, P. Gervais, Pellat.

Séance du 17 *janvier* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ, *puis de* M. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Baret, Pharmacien, place Delorme, 2, à Nantes (Loire-Inférieure), présenté par MM. Lebesconte et de Tromelin ;

Billon, Architecte, rue de la Sorbonne, 2, à Paris, présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas ;

Dames, Conservateur du Musée paléontologique de l'Université, à Berlin (Allemagne), présenté par MM. Hébert et Zittel ;

Vié (Léonce), Propriétaire, à Sigean (Aude), présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. Jannettaz, président sortant, invite M. Pellat, élu président pour 1876, à le remplacer au bureau.

M. Pellat remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence.

M. **Vélain** fait une communication sur la **Géologie** de l'**île Bourbon.**

M. Bioche donne lecture de la note suivante :

Note sur le **Corallien** *et l'***Argovien** *de la* **Haute-Marne,** par M. **Tombeck.**

Je demande pardon à la Société de venir encore l'entretenir du Corallien et de l'Argovien de la Haute-Marne. Ce qui doit me servir d'excuse, c'est l'importance des nouvelles observations faites par M. Royer et par moi, dans ces derniers temps, et que je viens exposer ici.

I. Corallien.

Il résulte de nos recherches antérieures que, dans la Haute-Marne, la base du Corallien est constituée, tantôt, comme à Reynel, Roche-

sur-Roguon, etc., par des calcaires grumeleux à *Cidaris florigemma* et *Hemicidaris crenularis*, — tantôt, comme à Buxières-sur-Marne et Bettaincourt, par un calcaire crayeux ou oolithique, à la base duquel abonde le *Cidaris florigemma*, tandis que ses niveaux supérieurs se chargent de Nérinées et de Dicérates, et qui représente notre oolithe à *Cardium corallinum* ; — tantôt enfin, par la marne dite *sans fossiles*, au sein de laquelle, à la tranchée de Buxières, aux Lavières, à Soncourt, etc., les calcaires grumeleux viennent expirer en biseau, et qui les remplace à l'ouest de la vallée de la Marne.

Il convient d'ajouter ici, qu'en plaçant cette *Marne sans fossiles* sur le même niveau que les Calcaires grumeleux et que la partie inférieure de l'Oolithe à Dicérates, nous avions cédé à des considérations stratigraphiques, bien plutôt qu'à des raisons paléontologiques. Car si, d'une part, la Marne sans fossiles occupe stratigraphiquement le même horizon que les terrains à faciès corallien auxquels nous l'assimilions, d'autre part les quelques rares fossiles que nous y trouvions, sauf peut-être l'*Ostrea multiformis*, se rencontrent également dans l'Oxfordien, et il n'y a pas lieu de s'étonner qu'en l'absence des raisons qui nous ont guidés, cette même marne, dans l'Aube et dans l'Yonne, ait été parfois rattachée, non au Corallien, mais à l'Oxfordien.

Aujourd'hui, après nos nouvelles recherches à Mussy et à Briaucourt, le doute n'est plus permis.

A Mussy (Aube), le Corallien présente absolument la même série de couches qu'à Maranville (Haute-Marne). Au-dessus de l'Argovien supérieur le plus typique, où, dans la tranchée même du chemin de fer, nous avons recueilli des fossiles nombreux et caractéristiques, on trouve, en montant la côte qui fait face au village, d'abord la Marne sans fossiles dont j'ai parlé plus haut ; puis, au-dessus, le Corallien compacte inférieur à *Ammonites Marantianus*, *A. Achilles*, *Waldheimia humeralis*, etc. ; enfin l'Oolithe de Saucourt et le Corallien compacte supérieur qui la surmonte. C'est, je le répète, absolument la même série qu'à Maranville.

Mai·, tandis que la *Marne sans fossiles*, à Maranville comme dans la vallée de la Marne, mérite son nom à peu près à la lettre, à Mussy, au contraire, nous y avons recueilli de nombreux fossiles, entre autres la *Waldheimia humeralis* et la *Terebratula subsella*. Ces fossiles rattachent évidemment cette marne, non pas à l'Argovien qui lui est subordonné, mais bien au Corallien qui la recouvre.

Nos observations sur les environs de Briaucourt amènent à la même conclusion.

A Briaucourt, à Rochefort, à Reynel, et jusqu'à Andelot, Saint-Blin et Vesaignes, le Corallien est formé de calcaires grumeleux où abon-

dent les *Cidaris florigemma, Stomechinus lineatus, Hemicidaris crenularis, Terebratella Richardiana, Waldheimia Delemontana, Megerlea pectunculoïdes*, etc.; or, à Briaucourt cette masse repose sur un lit, de 4 à 5 mètres d'épaisseur, d'une marne grise où pullulent, avec quelques Oursins, ces Polypiers plats connus sous le nom de *Microsolena*, et aussi des *Oroseris*, des *Thamnastræa*, des *Confusastræa*, des *Cyatophora*, des *Montlivaultia*, etc.

Cette marne, à cause de sa position à la base des Calcaires grumeleux, peut, avec toute vraisemblance, être rapportée aux lits inférieurs de la vraie Marne sans fossiles.

Or, ses Polypiers ne lui sont pas spéciaux, non plus que ses Oursins, et les uns et les autres se retrouvent dans toute la masse grumeleuse qui la surmonte. La marne qui les renferme ne peut donc être elle-même détachée du Corallien.

Ainsi les fossiles, partout où l'on en trouve, s'accordent avec la stratigraphie pour faire de la *Marne sans fossiles* un niveau corallien.

Observons toutefois que, tandis qu'à Mussy ses fossiles sont séquaniens, les Polypiers et les Oursins qu'on trouve à Briaucourt lui donnent un caractère nettement corallien.

L'étage séquanien descendrait donc, sur certains points, jusque sur l'Argovien, et serait ainsi, à son niveau inférieur, contemporain du vrai Corallien.

C'est une vérité que nous avions déjà signalée, M. Royer et moi, comme résultant de nos premières observations, mais qui n'avait pas passé sans conteste.

II. Argovien.

J'en viens maintenant à l'Argovien et au curieux accident que M. Royer y a reconnu aux environs de Saint-Ansiau, et que nous avons étudié de compagnie.

L'Argovien, ainsi que je l'ai dit plusieurs fois, se décompose, dans la Haute-Marne, en trois zones, qui sont, à partir du haut :

1° La zone à *Belemnites Royeri*,

2° La zone à *Ammonites Babeanus* (de grande taille),

3° La zone à *A. Martelli*.

La première de ces zones, à cause de ses fossiles, mi-partie argoviens, mi-partie coralliens, forme la transition d'un étage à l'autre.

Quant à la troisième, elle présente elle-même plusieurs niveaux distincts : en haut, les calcaires sableux à Pholadomyes de Viéville; au milieu, les calcaires marneux à *Hemithyris myriacantha* et *Ammonites Arolicus*; plus bas, les calcaires à Ammonites de Vraincourt;

à la base, enfin, des marnes à nodules siliceux, où l'on trouve, avec l'*A. Martelli*, l'*A. cordatus*, déjà signalé par M. Marcou à ce niveau un peu supérieur à son niveau habituel. — Et tout cet ensemble, que l'on peut étudier de Vouécourt à Roocourt, ou, de l'autre côté de la Marne, à Oudincourt, Annéville, Sarcicourt, etc., repose sur les vraies argiles à *Ammonites cordatus*, qui représentent l'Oxfordien proprement dit.

Mais, tandis qu'à Roocourt l'Argovien est complet et forme une butte de plus de 100 mètres d'élévation, à moins de 3 kilomètres de Roocourt, dans la direction de Neufchâteau, ses niveaux supérieurs disparaissent, et jusqu'à Manois et Reynel on n'y trouve aucune assise postérieure à la couche à *Hemithyris*. Au contraire, à Saint-Blin et à Vesaignes, à peu de distance au-delà de Reynel, tous les niveaux argoviens reparaissent, et nous avons pu y recueillir, non-seulement l'*Ammonites Martelli*, mais l'*A. Babeanus* (de grande taille), l'*A. hispidus* et le *Belemnites Royeri*.

Ainsi, il y avait à la fin de la période argovienne, de la vallée de la Marne à celle du Rognon, une immense dépression, limitée par une falaise dont la butte de Roocourt et celle de Montlebert, près de Vesaignes, paraissent les témoins persistants, et le Corallien inférieur, qui a comblé cette dépression, y descend à un niveau relativement très-bas.

Or, dans ce cirque argovien, à Saint-Ansiau, à 2 kilomètres à peine de Roocourt, on rencontre une petite falaise calcaire qui frappe tout d'abord par son caractère grumeleux prononcé. On croirait avoir affaire à des roches grumeleuses coralliennes, si l'on n'y recueillait l'*Ammonites Martelli*, l'*A. biarmatus*, le *Nautilus hexagonus* et quelques autres fossiles argoviens.

Chose plus curieuse, en montant au-dessus de cette falaise, on trouve un champ marneux, en pente abrupte, où nous avons ramassé abondamment, le *Stomechinus lineatus*, le *Cidaris florigemma*, le *Glypticus hieroglyphicus*, l'*Hemicidaris crenularis*, le *Pygaster umbrella* et beaucoup d'autres fossiles. Ce champ lui-même est surmonté d'une nouvelle petite falaise, qui nous a donné, comme la première, l'*Ammonites Martelli* et l'*A. biarmatus*.

Il semble donc, à première vue, qu'il y ait sur ce point une couche corallienne comprise entre deux couches argoviennes ; et ce qui accroît l'illusion, c'est qu'à quelques centaines de mètres de là, entre Saint-Ansiau et Briaucourt, le Corallien grumeleux est pétri d'Oursins et notamment de *Stomechinus lineatus*.

Pour expliquer ce paradoxe, la première hypothèse qui se présente, c'est que les roches de la falaise inférieure de Saint-Ansiau étaient,

dans le principe, dans le prolongement de celles de la falaise supérieure, qu'elles en ont été détachées par quelque commotion géologique, et qu'elles se sont affaissées en entraînant le Corallien grumeleux qu'elles supportaient.

Ce serait ainsi par l'effet d'une faille, qu'une couche corallienne paraîtrait subordonnée à une couche franchement argovienne, tandis que primitivement elle lui était supérieure.

Un peu de réflexion conduit à rejeter cette explication.

Une faille, en effet, n'est pas un phénomène local, mais dérange le terrain à une assez grande distance. Or, rien de pareil ne s'observe aux environs de Saint-Ansiau, et de Roocourt à Briaucourt nous n'avons découvert aucun indice de faille.

Et puis, une faille déplace les couches de terrain, mais ne les détruit pas, et si le phénomène que nous étudions était dû à une faille, on devrait retrouver, au-dessus de la falaise supérieure, une série de couches identiques à celles que la faille aurait entraînées, et notamment la couche à Oursins coralliens. Or il n'en est rien, et à Saint-Ansiau le Corallien inférieur n'existe pas, ou est représenté par des roches de tout autre nature.

L'hypothèse d'une faille est donc inadmissible.

On ne peut pas davantage, pour expliquer le phénomène, supposer qu'il est dû à une alternance des couches argoviennes avec le Corallien inférieur. Si en effet on peut, à la rigueur, admettre l'alternance de dépôts consécutifs dans la série géologique, il n'en est plus de même pour des dépôts non consécutifs et qui, comme ceux de Saint-Ansiau, ont dû se former à des milliers d'années d'intervalle, et ne se trouvent en contact que par suite d'une dénudation ou d'une longue interruption dans la sédimentation.

Il ne reste donc plus qu'une explication possible, c'est que, malgré les apparences, la couche litigieuse de Saint-Ansiau est argovienne.

Les Oursins coralliens qu'elle renferme sont-ils un obstacle à cette conclusion ? En aucune façon. N'ai-je pas en effet, dans des communications précédentes, signalé un grand nombre d'Oursins coralliens dans la couche à *Belemnites Royeri*, c'est-à-dire dans une couche incontestablement argovienne, la plus supérieure, il est vrai ? Et d'ailleurs, qui ne sait que dans la fameuse couche à *Ammonites cordatus* de Vieil-Saint-Remy, on trouve fréquemment des baguettes de *Cidaris florigemma?* Qui ne sait que depuis longtemps Alcide d'Orbigny a cité le *Stomechinus lineatus* et le *Pygaster umbrella* à la fois dans l'Oxfordien et dans le Corallien ? Et j'ajouterai que, sans aller si loin, à quelques pas de Saint-Ansiau, la couche à *Hemithyris* se présente avec son faciès normal, et que cependant nous y avons recueilli

plusieurs échantillons du *Stomechinus lineatus*. Il n'y aurait peut-être que le *Glypticus hieroglyphicus* qui n'aurait pas encore été cité à un niveau si inférieur.

Ainsi, les Oursins de Saint-Ansiau ne fournissent qu'un argument insuffisant pour le classement de la couche litigieuse. En revanche, d'autres fossiles apportent un argument direct. C'est ainsi que la *Megerlea pectunculoïdes*, la *Terebratella Richardiana*, la *Waldheimia Delemontana*, l'*Opis Virdunensis*, etc., qui sont si caractéristiques du Corallien grumeleux et accompagnent partout les vrais Oursins coralliens, ne se rencontrent pas avec ceux de Saint-Ansiau. Au contraire, à Saint-Ansiau on trouve un certain nombre de fossiles comme l'*Ammonites Martelli*, l'*A. Arolicus*, la *Terebratula vicinalis*, la *T. dorsoplicata*, le *Mytilus consobrinus*, le *Dysaster ovalis*, qui n'ont jamais été rencontrés dans le Corallien.

Concluons donc que la couche à Oursins de Saint-Ansiau est bien une couche argovienne : et la nature grumeleuse des roches à *Ammonites Martelli* qui la limitent en dessus et en dessous, suffisait, à elle seule, à nous mener à cette conclusion. Elle démontre en effet que, grâce sans doute à la dépression dont nous avons parlé plus haut, et à l'abri de la falaise de Roocourt, les phénomènes qui devaient donner naissance au Corallien grumeleux, se faisaient déjà sentir presque au début de l'époque argovienne, et que l'apparition de ce faciès, sans faire disparaître toute la faune argovienne, provoquait déjà l'apparition des Oursins caractéristiques du Corallien grumeleux.

— Ici se présente une objection qui nous a été faite sérieusement, mais qui n'est que spécieuse.

On sait, nous l'avons dit plusieurs fois et répété au commencement de cette note, que les calcaires grumeleux à *Hemicidaris crenularis* et à *Cidaris florigemma* qui sur certains points forment la base du Corallien, ont leurs représentants les plus typiques à Roche-sur-Rognon, à Reynel, à Briaucourt, à Rochefort, etc. Mais sur ces points, à cause de la grande dénudation de l'Argovien que nous avons signalée plus haut, au lieu de recouvrir les dernières assises argoviennes, ils reposent sur les couches à *Hemithyris myriacantha*, ou même sur des couches plus anciennes.

Or, au lieu de faire remonter l'accident grumeleux de Saint-Ansiau au niveau du Corallien inférieur, hypothèse que nous avons démontrée inadmissible, n'y aurait-il pas lieu, au contraire, de faire descendre les calcaires grumeleux de Roche-sur-Rognon, Reynel, Briaucourt, etc., au niveau de l'Argovien moyen ou supérieur, et de les regarder, sinon comme l'équivalent de l'accident de Saint-Ansiau, tout au moins comme sa continuation verticale ? De la sorte, la dénu-

dation de l'Argovien que nous avons reconnue de Saint-Ansiau à Vesaignes, ne serait qu'une illusion, et la réalité consisterait simplement dans une transformation grumeleuse, non-seulement de la couche à *Hemithyris*, mais encore de tout le reste de l'Argovien.

Cette hypothèse ne tient pas plus que la première devant l'examen des faits.

1° Les calcaires grumeleux de Roche-sur-Rognon, Reynel, Briaucourt, etc., contiennent une faune identique avec celle des calcaires à chailles, ou, en d'autres termes, du Glypticien du Jura, et doivent être considérés comme étant du même âge. Or tout le monde s'accorde aujourd'hui à regarder le Glypticien du Jura, non comme un niveau argovien, mais comme la base du Corallien.

2° Dans les calcaires grumeleux de Roche, Reynel, Briaucourt, etc., nous avons recueilli, entre autres fossiles, l'*Ammonites Achilles* (petite variété de d'Orbigny), la *Waldheimia humeralis*, la *Rynchonella pinguis*, l'*Ostrea Moreana*, l'*O. Bruntrutana*, le *Mytilus suprajurensis*, le *Pecten subarticulatus*, le *P. Buchi*, la *Pholadomya Protei*, l'*Apiocrinus Roissyanus*, etc. Ces fossiles rattachent nettement ces calcaires aux niveaux supérieurs, c'est-à-dire au Corallien compacte et au Séquanien, tandis qu'ils sont inconnus dans l'Argovien. En revanche, on ne trouve dans ces mêmes calcaires aucun fossile argovien qui ne passe en même temps dans le Corallien compacte.

3° A Roche, Reynel, Briaucourt, etc., les calcaires grumeleux qui nous occupent reposent, il est vrai, sur des couches assez anciennes de l'Argovien, mais il n'en est pas de même partout. A Vesaignes-sous-La-Fauche on les retrouve, mais reposant sur l'Argovien le plus complet. Dans cette localité en effet, comme dans la vallée de la Marne, on trouve dans l'Argovien la zone à *Ammonites Martelli*, la zone à *A. Babeanus* et la zone à *A. hispidus* et à *Belemnites Royeri*, et la collection de M. Babeau renferme une magnifique série de fossiles de ces différents niveaux, recueillis à Vesaignes même et à Saint-Blin. Or c'est cet ensemble si complet de l'Argovien, qui est recouvert par des calcaires grumeleux identiques à ceux de Roche, Reynel et Briaucourt, et l'on peut même suivre sans interruption leur continuité stratigraphique avec ces derniers. — Si ces calcaires grumeleux, à Vesaignes et à Saint-Blin, sont supérieurs à toute la masse argovienne, comment à Roche, Reynel et Briaucourt, représenteraient-ils l'Argovien moyen ou supérieur?

4° Enfin, répétons ce que nous avons déjà eu l'occasion de constater : sur nombre de points les calcaires grumeleux de l'âge de ceux que nous étudions sont remplacés par l'Oolithe à Dicérates et à *Cardium corallinum*. Et cette transformation n'a pas seulement lieu lors-

que l'Argovien est complet, comme à la côte de Buxières et à Vouécourt, mais même lorsqu'il s'arrête aux couches à *Ammonites Martelli*, comme cela arrive à Cultru, en face de Roche-sur-Rognon. On ne peut donc songer à placer nos calcaires grumeleux dans l'Argovien, sans y placer aussi notre Oolithe à Dicérates.

Or, bien que cette dernière, dans la Haute-Marne, soit vraisemblablement plus ancienne que celle du Jura, l'identité de ses fossiles avec ceux de Saint-Mihiel et de Châtel-Censoir, empêche d'y voir autre chose que du Corallien. Et si autrefois M. Raulin a tenté de faire de cette oolithe, dans l'Yonne, un membre de l'Oxfordien, il faut convenir que cette opinion est restée absolument sans écho.

Il résulte évidemment de ce qui précède, que, s'il est sage d'attribuer l'accident grumeleux de Saint-Ansiau à l'Argovien inférieur, il est non moins sage de laisser les calcaires grumeleux de Roche-sur-Rognon, Reynel et Briaucourt, à la base du Corallien.

—Ajoutons que sans compter la marne oolithique à *Belemnites Royeri*, qui à Roocourt et à Poissonvaux renferme jusqu'à 17 espèces d'Oursins coralliens (y compris le *Glypticus hieroglyphicus*), et qui forme le terme supérieur de l'Argovien, nous connaissons maintenant 5 couches grumeleuses où se rencontrent le *Cidaris florigemma*, l'*Hemicidaris crenularis* et le *Glypticus hieroglyphicus*. Ce sont : 1° l'accident de Saint-Ansiau, que nous avons étudié ci-dessus et qui est argovien ; 2° les calcaires grumeleux de Roche, Reynel, Briaucourt, Vesaignes, etc., qui forment sur ces points la base du Corallien et sont, selon toute apparence, contemporains des marnes sans fossiles ; 3° les calcaires grumeleux de la gare de Froncles et ceux des Lavières, qui reposent sur les Marnes sans fossiles et appartiennent à la base du Corallien compacte ; 4° ceux du ravin du Heu à Vouécourt, qui occupent la partie supérieure du Corallien compacte inférieur et ne sont séparés que par quelques mètres de calcaires compactes, de l'Oolithe moyenne ou Oolithe de Saucourt ; 5° enfin, les calcaires grumeleux du ravin de La Genévroye, au-delà des vignes de Soncourt, qui englobent les deux précédents et représentent un faciès coralligène de la masse tout entière du Corallien compacte inférieur.

— Qu'il me soit permis de tirer de la discussion qui précède une conclusion générale.

Les faits que je viens d'exposer fournissent, en effet, une démonstration nouvelle de cette vérité aujourd'hui admise par presque tous les géologues, mais qui aurait paru une monstruosité il y a trente ans : c'est qu'aucun faciès minéralogique n'est spécial à un terrain, pas plus le faciès grumeleux ou oolithique que le faciès marneux ou siliceux ; c'est, ensuite, que deux terrains peuvent contenir des faunes

très-analogues sans être contemporains, et qu'au contraire deux terrains contemporains peuvent renfermer des faunes dissemblables.

Le secrétaire analyse les notes suivantes :

Note sur les terrains des environs de **Beaucaire**,
par M. le marquis de **Roys**.

Nous avons souvent entretenu la Société de nos observations sur les terrains des environs de Beaucaire. Plus nous les avons étudiés, plus nous nous sommes convaincu de leur intérêt réel pour la science; mais nous avons reconnu dans nos anciennes observations quelques inexactitudes et des points insuffisamment observés; nous devons aussi indiquer quelques erreurs commises par divers géologues sur la situation et l'âge de ces terrains.

Dès 1846, à la session d'Alais, nous avons signalé, d'accord avec Émilien Dumas, Requien, Renaux, MM. Coquand, Matheron, etc., une faute commise par un de nos plus illustres maîtres, Dufrénoy, qui plaçait dans l'étage miocène le calcaire d'eau douce de Sommières, à cause de sa situation immédiatement inférieure et en stratification concordante avec la molasse réellement miocène. Cette erreur avait entraîné, sur la *Carte géologique de la France*, le classement dans cet étage de tout le terrain d'eau douce inférieur de la Provence, y compris les gypses d'Aix, dont la contemporanéité avec ceux de Montmartre, rangés dans l'Éocène, a été prouvée par l'existence de dents de *Palæotherium*. Nous devons dire qu'ayant à cette époque soumis à Dufrénoy lui-même cette critique de son appréciation, ce savant, aussi modeste qu'éminent, nous approuva complétement, ajoutant qu'il était heureux de voir les géologues du pays rectifier les erreurs inséparables d'une reconnaissance trop rapide. Les premiers observateurs d'un pays sont eux-mêmes toujours exposés à des erreurs semblables.

Beaucaire est situé au pied méridional d'un rocher devenu très-escarpé par l'exploitation dont il est l'objet. En 1820 le maire de la ville fit ouvrir une tranchée dans ce rocher pour faire communiquer la partie haute de la ville avec le champ de foire; cette tranchée a reçu le nom de *la Brèche*. Les débris en provenant ont été utilisés pour les travaux du Rhône. Une autre tranchée, assez ancienne, située à quelque distance, porte le nom de *la Redoute*, parce qu'elle défendait l'approche d'un poste avancé. Au-delà de *la Redoute* cette petite chaîne atteint son point culminant. On a établi en cet endroit un calvaire et un chemin de croix.

La roche est un calcaire compacte, dur, à cassure conchoïde, offrant

les caractères d'un métamorphisme prononcé. Les joints de stratification sont assez déformés. On peut cependant reconnaître que les assises sont inclinées à l'est d'environ 15 degrés; leur direction est sensiblement nord-sud. Vers les plans de stratification encore assez apparents, nous avons à plusieurs reprises recueilli deux espèces de Bélemnites : *B. semi-canaliculatus* et *B. bipartitus*. A l'époque du percement de *la Brèche*, notre savant ami Requien a été assez heureux pour rencontrer un magnifique exemplaire du *Nautilus Requienianus* dans un point où le métamorphisme avait moins fortement agi. Cet exemplaire fait partie de la collection du Musée d'Avignon, si riche des dons de Requien. Il ne peut donc exister de doute sur le classement que nous avons toujours fait de ce massif dans l'étage aptien de d'Orbigny, étage ordinairement argileux ou marneux, mais qui, modifié profondément par les actions métamorphiques, est devenu ici un calcaire dur, sillonné à l'intérieur par de nombreuses crevasses, quelquefois remarquables par de belles cristallisations calcaires.

Rappelons que le 8 mars 1854 nous avons fait remarquer à la Société que le rocher sur lequel a été construit le château du roi René à Tarascon, sur la rive gauche du Rhône, appartient visiblement à ce massif, dont il a été séparé par la profonde fissure où coule aujourd'hui le Rhône en aval d'Avignon. L'ancien lit du fleuve est encore reconnaissable dans la vallée de Montfavet (et non Montchauvet, comme on l'a imprimé par erreur en 1854) et dans les terrains marécageux de Rognonas, Graveson, Maillane, jusqu'à Laurade, où était probablement son confluent avec la Durance, déviée près d'Orgon de sa direction naturelle. Les deux rivières réunies se jetaient dans la mer entre la chaîne des Alpines et le massif aptien commençant à Tarascon. C'est là effectivement que commence l'immense delta du Rhône, qui a fait, de notre part, l'objet d'une communication à la séance du 7 avril 1851.

Nous avions, en 1854, en parlant de la base du pic de l'Aiguille, attribué à l'étage aptien tout ce massif. Des observations plus récentes et plus précises nous ont fait voir que nous nous étions trompé.

La route nationale de Lyon à Beaucaire passe dans une dépression assez profonde, que nous avions d'abord pensé avoir été creusée, comme la *Redoute*, pour le passage de la route. Un double motif nous a fait reconnaître notre erreur. Le chaînon aptien s'arrête un peu au midi de cette dépression, par une pente assez abrupte qui en coupe les assises. De plus, le creusement des fossés de la route a coupé quelques-unes des très-minces assises de la formation d'eau douce supérieure aux argiles subapennines.

Au nord de cette dépression, qui en se continuant au midi forme le vallon de Saint-Genestet, s'élèvent les couches d'une roche tout

à fait semblable à la roche aptienne par ses caractères pétrographiques, mais où, au milieu d'assez nombreux fossiles complétement déformés par le métamorphisme, M. René de Courtois a pu recueillir deux exemplaires bien caractérisés du *Nautilus pseudo-elegans* et de l'*Ammonites Astierianus*. C'est donc l'étage néocomien supérieur qui sort de dessous l'étage aptien. Le Néocomien supérieur semble assez peu puissant, et à 4 ou 500 mètres de la dépression dont nous avons parlé, ses assises, dirigées sensiblement N. S., comme les couches aptiennes, s'arrêtent en formant une légère sommité sur ce plateau rocailleux. Par-dessous, on voit apparaître des assises où M. de Courtois a trouvé des Spatangues et qui appartiennent par conséquent au Néocomien moyen. L'inclinaison de ces dernières assises est encore à peu près la même, mais leur direction change un peu, du pied du pic de l'Aiguille, au-dessus du confluent du Gardon, à la tranchée du chemin de fer au bout du vallon de Saint-Genestet. Cette bande néocomienne moyenne dépasse de près de deux kilomètres en longueur l'étage précédent. C'est à son extrémité nord que s'élèvent les pics de l'Aiguille, Tripelavade et Youton, qui appartiennent à l'étage supérieur de la Molasse, comme nous l'avons dit en 1846 à la session d'Alais, ainsi que le massif sur lequel était bâtie l'ancienne abbaye de Saint-Roman, et quelques plus petits lambeaux.

Ces pics forment une espèce de cirque, large de plus d'un kilomètre, long de deux environ, au centre duquel, avant le phylloxera, était une vigne sur un terrain marneux reposant sur des argiles rouges qu'on voyait dans un puits à l'angle de la vigne. Tout autour, et au-dessous des massifs de molasse, s'étend un calcaire oolithique, très-blanc, très-tendre, d'un grain très-fin, dans lequel nous avons trouvé, comme nous l'avons dit en 1854, des Cyclades, des Paludines et d'autres fossiles des marnes lacustres qui accompagnent les gypses d'Aix. C'est donc, comme nous l'avons dit alors, un lambeau de l'étage éocène, élevé à une grande hauteur au milieu de couches d'un âge différent.

Près de l'extrémité sud de cette longue bande est la tranchée dite *Roque-partide* (roche partagée), ouverte par les Romains pour le passage de la voie Domitienne de Rome à Bordeaux, voie dont on peut suivre le tracé dans sa plus grande partie; plusieurs de ses bornes miliaires sont encore en place.

Près de l'extrémité nord est un puits naturel, dit le *Trou de l'Orgue*, indiqué sur la carte d'Émilien Dumas. Il servait, en quelque sorte, de déversoir à l'étang de Jonquières, et les eaux qu'il absorbait s'écoulaient dans la plaine de Beaucaire par la fontaine de Pécou, près du château Privat. Par suite du dessèchement de l'étang la fontaine est tarie.

Vers le milieu, et sur une largeur bien moindre, les couches du cal-

caire métamorphique prennent une inclinaison beaucoup plus forte et s'élèvent à une hauteur considérable; elles forment sur la route de Nîmes la rude montée dite *Montagne de Sucat*, suivie d'une descente aussi rude. Malgré l'absence de tout fossile, nous croyons que cette différence dans l'allure des couches nous autorise à les considérer comme appartenant au Néocomien inférieur. Ainsi ce massif qui formait un écueil dans la mer de la Molasse et un îlot dans la mer pliocène, présente tout le terrain crétacé inférieur, y compris l'étage aptien. Sa longueur, depuis le château de Tarascon jusqu'au pied de la montagne de Sucat, est d'environ sept kilomètres; sa plus grande largeur est la longueur de la bande de Calcaire à Spatangues. Le métamorphisme a fait disparaître ou rendu méconnaissables presque tous les fossiles; ainsi nous y avons rencontré un grand nombre de disques plus ou moins aplatis, de 10, 15 et même 30 et 35 centimètres de diamètre, provenant certainement d'Ammonites, mais conservant à peine quelques traces de spire, et dont les ornements ont complétement disparu.

Les actions métamorphiques se sont fait sentir, mais bien moins fortement, dans la Montagnette, qui, avant l'ouverture de la fissure où coule aujourd'hui le Rhône, se reliait, nous le croyons du moins, au vaste massif néocomien qui va jusqu'aux Montagnes-Noires, en formant la chaîne nommée les *Basses-Cévennes*. Dans la partie méridionale de la Montagnette, M. de Courtois, outre de nombreux Spatangues et une Encrine, a recueilli les *Exogyra aquila*, *E. sinuata*, *Janira quinquecostata*, *Pholadomya Langii*, *Belemnites subfusiformis*, *Ammonites ophiurus*, etc.

Avant d'arriver aux carrières de Beaucaire et de les traverser en tunnel, le chemin de fer coupe une petite protubérance où les couches néocomiennes, brisées en blocs peu volumineux, sont recouvertes par une marne schisteuse, d'un bleu foncé. Trompé par sa nature et sa couleur, Marcel de Serres avait cru reconnaître dans cette marne les argiles subapennines, et il avait donné le nom de *Calcaire moellon* à un calcaire qui la recouvre. Dans la tranchée de Saint-Genestet cette marne schisteuse forme une assise de trois à quatre mètres de puissance, sous la molasse calcaire. En 1854 nous l'avions regardée comme l'étage inférieur de la Molasse, partageant en cela l'opinion d'Émilien Dumas, adoptée plus tard par M. Matheron, qui la désigna par le nom de *Molasse bleue*. Longtemps nous y avions vainement cherché des fossiles, croyant en trouver surtout dans la partie exploitée pour les remblais du chemin de fer. Enfin, il y a quatre ans, nous y avons recueilli, dans la tranchée même, un exemplaire bien entier d'une Huître que M. Tournouër reconnut pour l'*Ostrea navicularis*, Brocchi (*cochlear*, Poli), caractéristique, d'après lui, de la partie su-

périeure de l'étage miocène, ce qui nous semblait s'accorder peu avec les 120 mètres de Molasse qui lui sont superposés.

Il y a deux ans, étant retourné à cette tranchée avec MM. Domergue et de Courtois, nous avons recueilli, du côté nord, un assez grand nombre d'Huîtres. Malgré des différences de forme assez prononcées, dès le premier aspect, à la vue du crochet toujours un peu infléchi à gauche et de la surface extérieure lisse, M. Tournouër n'hésita pas à les rapporter toutes à l'*O. cochlear*. Mais nous avons remarqué que l'assise inférieure de la Molasse qui surmonte les schistes, et dont l'épaisseur est de plus d'un mètre, ne s'applique pas exactement sur les schistes et laisse un intervalle suffisant pour y fourrer le bras. Nous avons extrait de cet interstice des Oursins très-déformés, mais n'appartenant pas aux genres Clypéastre et Scutelle caractéristiques de la Molasse, des Huîtres également indéterminables, mais dont la surface extérieure est très-lamelleuse, des corps à base cylindrique et à fond plat, qui nous ont paru provenir de Cirrhipèdes, enfin une Balane. Ces fossiles nous indiquaient clairement que la mer où les schistes se sont déposés ne s'élevait pas au-dessus de leur niveau actuel, et si le doute eut été possible, il se serait évidemment dissipé lorsque, tournant la maison du cantonnier, à l'entrée de la tranchée, nous avons reconnu à ce niveau, sur la roche néocomienne, une ligne de trous de Pholades se prolongeant sur le flanc du vallon. Pour que la Molasse supérieure ait pu se déposer, il a donc fallu que le fond de la mer s'abaissât postérieurement au dépôt des schistes, d'une hauteur de plus de cent vingt mètres.

Dans les plus profondes carrières et dans les assises de la Molasse qui à la sortie du tunnel plongent sous la grande couche des argiles subapennines sous un angle de 18° environ, la pierre porte tous les caractères d'un dépôt opéré sous une grande profondeur d'eau : le grain en est très-fin ; il n'y a d'autres fossiles que quelques rares dents de Squales ; on n'y trouve pas, ou du moins presque jamais, ces rhomboèdres de chaux carbonatée communs dans le haut et provenant de débris de coquilles.

Le plongement des couches à la sortie du tunnel peut être dû aux ondulations du sol où elles se déposaient. Les strates les plus élevées sont en effet légèrement ondulées et moins épaisses ; du moins les carriers les exploitent sur une épaisseur de 32 à 35 centimètres, tandis que les plus inférieures atteignent un mètre. La pierre des bancs inférieurs est d'une excellente qualité comme pierre d'appareil. Tendre et facile à tailler quand elle est récemment extraite, elle devient, dès qu'elle a perdu son eau de carrière, dure et si résistante que nous avons vu des murs remontant à quatre siècles au moins, hauts de

30 mètres, épais de 16 à 18 centimètres au plus, et n'offrant pas la moindre trace de dégradation.

Lorsqu'on arrive à une hauteur de 25 à 30 mètres au-dessus du cintre du tunnel, un regard superficiel n'aperçoit pas de différence dans l'aspect de la pierre. Cependant, avec un peu d'attention, on pourrait voir que les rhomboèdres spathiques deviennent nombreux, et on trouve des fragments d'Huîtres, de Peignes et d'Oursins fortement engagés dans la roche. Lorsque cette pierre est employée encore fraîche dans les constructions, elle se couvre très-souvent d'efflorescences de salpêtre, qui se renouvellent assez longtemps quand on a le soin de les enlever. Émilien Dumas nous a dit que dans la molasse de Sommières il existait une grotte donnant abondamment de ces efflorescences et bien connue des salpétriers qui venaient l'exploiter. Dans une maison construite à Beaucaire par M. Avon, les colonnes d'un petit péristyle, dans une cour intérieure, se sont couvertes d'efflorescences pendant plusieurs années. Il reste donc encore dans la roche une proportion notable de matière organique.

Ces efflorescences sont suivies d'érosions qui dans les constructions récentes et minces peuvent compromettre leur solidité; mais si les matériaux ont une épaisseur suffisante, elles produisent seulement, à la surface, des sillons et des dessins de 2 à 3 centimètres de saillie. On n'aperçoit aucune de ces érosions dans la chapelle romane de Saint-Louis, ni dans les murs d'enceinte du château qui l'entoure, ni dans l'élégant monument gothique nommé la *Croix couverte* dans la plaine de Beaucaire, ni dans le château de Tarascon, dont les pierres proviennent de carrières plus profondes.

Au-dessus de ces dernières assises il y eut sans doute un ralentissement dans l'affaissement du sol. Les strates, bien divisées, n'ont plus que 15 à 20 centimètres de puissance et s'exploitent en dalles de 2 à 4 mètres pour clôture des champs ou pour des ponts sur les fossés qui les entourent. On y voit des exemplaires nombreux et bien entiers de Scutelles, de Clypéastres, de Peignes, etc., mais on a beaucoup de peine à détacher ces fossiles, à cause de la dureté de la roche. Ces strates disparaissent au sommet du plateau, sous les innombrables galets du Diluvium alpin, et sur une assez grande hauteur on ne voit plus de Molasse. Elle reparaît au-dessus du lambeau éocène dont nous avons parlé, et forme les pics et les lambeaux que nous avons cités. Ici l'étage supérieur, riche en *Venus*, en *Pecten*, se montre seul. C'est sans doute un lambeau de cet étage qu'avait observé Marcel de Serres et qu'il avait nommé *calcaire moellon*.

Il nous paraît évident que la molasse calcaire du Sud-Est de la France s'est déposée dans une vaste mer, mais n'y formait point une

assise continue. Les nombreux massifs ou lambeaux qu'on rencontre n'ont évidemment pas été reliés entre eux. Quelques-uns n'ont qu'une étendue très-restreinte; tels sont celui de Théziers et surtout de nombreux pointements qui se montrent au jour à travers les argiles subapennines. D'autres sont assez étendus, comme ceux de Fontvieille aux Baux et aux Cordes, de Sommières à Villevieille, de Castries (Hérault). Nous croyons donc pouvoir affirmer qu'ils sont tous le produit d'eaux calcarifères surgissant du fond de cette mer, ce que d'Omalius nommait des *formations geysériennes*. Ces eaux ne se sont pas fait jour en même temps, mais probablement lors des différents mouvements du fond de cette mer ; ce qui explique très-bien la texture différente des couches. Les assises inférieures fournissant les excellentes pierres d'appareil que nous avons signalées, sont assez rares ; nous ne connaissons avec certitude que celles des carrières de Beaucaire et de Fontvieille.

Les mouvements du sol que nous avons mentionnés au nombre de trois au moins, et l'importance des formations qui les ont suivis, nous paraissent prouver qu'il s'est écoulé entre eux un temps considérable. Nous ne pouvons donc adopter l'opinion de M. Matheron, qui place la Molasse entière, y compris les marnes schisteuses, dans la formation falunienne, et nous croyons devoir revenir à celle que nous avons émise en 1846, et qui fait de cette Molasse l'équivalent de tout l'étage miocène du bassin de Paris.

Si l'Huître que nous avons trouvée en assez grande quantité dans les schistes marneux au-dessous de la puissante formation de la Molasse, est bien l'*Ostrea navicularis*, Brocchi (*cochlear*, Poli), il faudra bien reconnaître qu'elle n'est point partout caractéristique de la partie la plus élevée de l'étage miocène, et qu'on peut la rencontrer à un niveau fort inférieur. Pourrait-on s'en étonner ? La *Janira quinquecostata* ne se trouve-t-elle pas dans toute l'épaisseur des terrains crétacés ? La première Huître que nous avons recueillie avait, à droite du crochet, un conduit qui n'est pas indiqué sur les planches de Hörnes. Mais M. Tournouër ne pense pas qu'on doive s'y arrêter, d'autant qu'il ne se rencontre dans aucun des autres exemplaires.

Au pied de tous les terrains que nous venons de décrire, et recouvrant les assises inférieures de la Molasse qui la percent souvent, s'étend la grande et puissante formation des argiles subapennines, dont nous avons assez récemment parlé à la Société. Nous ajouterons seulement qu'elle est sensiblement horizontale de Théziers jusqu'à Montpellier; mais nous avions oublié de mentionner l'observation assez ancienne de l'abbé Berthon, qui l'a si bien étudiée : dans le voisinage du Rhône les couches ont une inclinaison qui va jusqu'à 22°. L'infati-

gable chercheur, M. René de Courtois, a recueilli, près de la tuilerie de *Pauvre-Ménage*, des Bulles, des Cérithes, des Turritelles, etc., dont le test bien conservé est engagé dans l'argile.

Nous avons mentionné une coupe très-nette de la formation d'eau douce supérieure à ces argiles, de ses très-nombreuses et très-minces assises, dans les travaux du pont sur lequel passe le chemin de fer près Saint-Roman. Quelques-unes de ces assises ont été coupées par les fossés de la route de Lyon à Beaucaire; mais elles ont disparu sous les éboulements des berges. Si l'on voulait aujourd'hui en relever les détails, il faudrait obtenir de l'administration des Ponts-et-Chaussées de faire rafraîchir le talus, au moins au nord-ouest du pont.

Il nous reste à examiner la formation si étendue à laquelle on a donné le nom de *Diluvium alpin*. La tranchée sur le chemin de Saint-Gilles, aux abords du pont dont nous venons de parler, en a donné une longue coupe. On en voit quelques autres, mais moins complètes, sur le chemin de fer.

C'est une immense quantité de galets dont la forme générale est à peu près un ellipsoïde de révolution, offrant jusqu'à 15, 20 et même 35 centimètres de longueur, sur 10, 12 et quelquefois 18 d'épaisseur. La grande majorité de ces galets est d'un grès à ciment siliceux très-résistant, ressemblant à celui qui accompagne les formations anthracifère et triasique des Alpes occidentales. Nous en avons trouvé quelques-uns en granite très-altéré, deux ou trois en euphotide verte, un assez grand nombre en variolite. Il nous semble impossible de douter de leur origine alpine, et le nom de *Diluvium alpin* serait parfaitement mérité, s'il était possible de penser qu'ils ont été amenés par des torrents diluviens ; mais leur forme ne permet pas de le supposer. Ils sont mêlés à un assez grand volume d'un limon terreux, rougeâtre, très-recherché des horticulteurs pour la culture des plantes exotiques, sous le nom de *terre rouge des oliviers*.

L'examen attentif de cette formation sur plusieurs points nous a convaincu qu'elle était le produit d'un immense glacier, qui, partant de la haute chaîne des Alpes occidentales, couvrait la Provence, le Dauphiné, et s'étendait jusqu'aux montagnes du Forez et aux Hautes-Cévennes. Sa hauteur était sans doute inférieure aux sommités néocomiennes voisines du Pont-du-Gard, qui ont protégé la plaine du Vistre, et à la montagne de Sucat, qui a protégé Saint-Vincent et Jonquières, refoulant ainsi la grande masse des galets vers le point nommé *Peyres plantadas* à cause des bornes miliaires romaines dont une est encore debout. Ce point est bien connu des ingénieurs et voyers, qui viennent y chercher les pierres convenables pour servir de pavés.

Le Diluvium alpin est généralement meuble, sauf sur quelques

points où les galets ont été agglomérés par un ciment siliceux, comme dans la tranchée du chemin de fer de Saint-Roman. Sans cesse lavés par les pluies, qui en été sont réellement torrentielles, les galets demeurent propres à la surface, et le limon qui se forme par l'émoussement des angles et le brisement des fragments se trouve réuni au-dessous. Ce fait a été prouvé par l'enlèvement de la couche superficielle près de l'ancien château de Saint-Roman acheté par la compagnie des *Hauts-fourneaux* de Beaucaire, qui, ayant besoin de remblais, a fait creuser d'environ un mètre; le sol, jadis caillouteux, est devenu un excellent jardin.

Cette formation couvrant tous les dépôts pliocènes a dû nécessairement leur être postérieure, ce qui fixe son âge. Dès 1834 Élie de Beaumont lui rapportait la formation du cordon littoral qui borde la Méditerranée, d'une façon si régulière, de la Camargue à Port-Vendres; il en concluait qu'Aigues-Mortes n'était pas plus près de la mer au temps de Saint-Louis que de nos jours. L'erreur de la plupart des géographes à ce sujet est d'autant plus inexplicable que la moindre réflexion leur aurait fait reconnaître qu'on ne donne jamais le nom de *mortes* aux eaux de la mer, et que dès le temps de Saint-Louis cette ville, qu'il avait achetée pour pouvoir s'embarquer dans son domaine, portait ce nom.

Des **Puits naturels** *et de leur remplissage dans le* **Jura**, par M. **Tardy**.

Le journal *La Nature* a publié récemment (n° du 6 novembre 1875) un article dans lequel M. Stanislas Meunier étudiait la formation des puits naturels du Calcaire grossier de Paris. L'auteur cite des expériences qu'il a faites et qui prouvent que les puits du Calcaire grossier de Triel ont été perforés de haut en bas par des eaux chargées d'un acide, sans doute d'acide carbonique.

L'examen attentif des cavités mises à découvert par les tranchées naturelles ou artificielles qui découpent les montagnes du Jura, prouve l'exactitude de l'opinion de M. Meunier.

Dans sa très-exacte description, cet auteur dit que les lits du Diluvium semblent s'infléchir dans ces poches, jusqu'à prendre une forme conique. Cela indique qu'après un recouvrement rapide de tout le pays par le Diluvium, il s'est produit un tassement progressif, aidé sans doute par l'infiltration lente des eaux. Cette action a en quelque sorte aspiré les dépôts supérieurs caillouteux dans l'intérieur de l'entonnoir.

Contre la paroi des puits il existe un dépôt argileux rougeâtre. Cette argile est abondamment répandue dans le Diluvium auquel elle a fait donner le nom de *Diluvium rouge*. C'est ce diluvium qui à Triel recouvre directement le Calcaire grossier. « Dans les puits du Calcaire » grossier à Triel, dit M. St. Meunier, l'argile rouge est très-inégale- » ment répartie dans les diverses régions du remplissage : elle forme » comme une sorte de doublure de tout le puits, enduisant les parois » d'une couche plus ou moins épaisse rappelant les salbandes des » filons; dans le fond des puits profonds, elle existe seule, mélangée » de sable, résidu de la dissolution des cailloux calcaires. Souvent les » puits se continuent dans la profondeur sous forme de conduits di- » versement contournés et parfois fort étroits ; dans ces cas il n'est pas » rare d'y trouver l'argile si absolument pure qu'elle rappelle la litho- » marge proprement dite. Plus on va profondément, plus l'argile est » pure et de couleur foncée. N'est-ce pas un premier indice que son » origine est souterraine ? »

Que cette argile soit éruptive sur certains points, cela est admissible; mais qu'elle soit partout venue par la base des puits, cela n'est pas prouvé, car la description citée ci-dessus s'appliquerait exactement à un dépôt formé par un entraînement lent de l'argile du Diluvium au moyen des eaux d'infiltration. Ces eaux entraînent l'argile insoluble dans les profondeurs, dissolvent le fer de la surface pour le transporter dans le fond, où il se précipite, soit par aération, soit par l'effet de l'attaque du calcaire. De cette façon, les parties les plus pures de l'argile diluvienne doivent nécessairement se trouver dans les parties les plus profondes et les plus étroites, où les cailloux n'ont pu pénétrer. Ce doit aussi être là, et au contact de la roche calcaire, que l'argile est le plus rubéfiée.

Cette origine diluvienne des argiles rouges contenues dans le fond des poches et des puits naturels, est mise en évidence dans le *Jura* par l'observation des très-nombreuses excavations de ce genre qui criblent ce massif montagneux.

En examinant les diverses tranchées ouvertes dans ces montagnes, on voit, sous la terre végétale rouge qui recouvre la roche, celle-ci prendre l'aspect grenu des pierres attaquées par un acide. La dissolution des fossiles est plus lente que celle de la roche ; et ils forment des saillies, peut-être parce que leur calcaire renferme encore une partie organique qui rend l'action dissolvante des acides plus lente et plus difficile. Le calcaire cristallisé en tête de clou qui tapisse les cavités géodiques et les fissures de la roche, est au contraire facilement attaqué.

La présence de ce calcaire spathique dans les nombreuses géodes

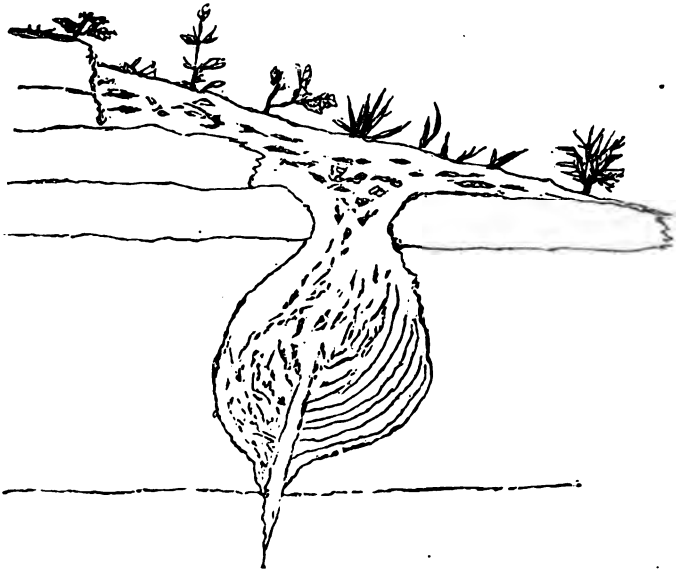
sans issues dont la roche est criblée, prouve que cette cristallisation a été produite par une sorte d'exsudation de la pierre elle-même, et qu'elle n'a eu lieu qu'après le premier retrait de la pâte, dont elle a rempli les divers interstices.

C'est par les fissures tapissées de calcaire cristallin que la dissolution de la roche a dû commencer; en effet, au fond de chaque poche on trouve de ces fissures encore remplies de calcaire cristallin. Celui-ci n'est alors souillé d'aucune matière étrangère, ce qui prouve que l'argile rouge qui remplit le haut de la poche n'est pas venue par cette voie. Au contraire, cette argile vient de la surface, puisqu'elle tapisse toute la roche depuis la surface extérieure jusqu'au fond, mais en s'épurant à partir du haut, comme un produit de lavage lentement entraîné par l'eau.

Au-dessus de la partie de la fissure encore garnie de calcaire cristallin, celle-ci ne renferme d'abord que des dendrites, puis elle s'élargit un peu et se transforme enfin en une poche plus ou moins vaste, quelquefois rétrécie vers la partie supérieure ouverte à travers un calcaire plus dur.

Dans l'une de ces poches (fig. 1), très-largement excavée vers le fond, j'ai pu observer, dans un coin, un dépôt argileux, fin, stratifié en un grand nombre de lits minces qui se relevaient, d'un côté, vers l'orifice;

Fig. 1. *Poche dans le calcaire jurassique des carrières de Ramasse (chemin de fer de Bourg à Nantua).*



de l'autre côté ces lits étaient coupés assez nettement au-dessus de la fissure qui prolongeait la poche inférieurement. Dans cette partie le dépôt était d'une teinte uniforme, sans aucune apparence de stratification; c'était le lieu du passage de l'eau d'infiltration. Dans la partie stratifiée, au contraire, les assises inférieures étaient les plus rouges; mais chaque zone avait sa couleur propre, ce qui faisait ressortir la stratification.

Cette argile des poches ressemble tout à fait à celle qui se trouve à la surface extérieure de la roche; elle est seulement d'une pâte un peu plus fine. Quelle peut être l'origine de cette terre rougeâtre qui recouvre presque tous nos continents sur une faible épaisseur? Est-elle éruptive ou sédimentaire? C'est ce qu'il faudra maintenant rechercher.

Un **ancien Glacier** *des environs de* **Genève,**
par M. **Tardy.**

Lors de la réunion de la Société à Genève, en août et septembre 1875, M. Alph. Favre voulut bien nous conduire au bois de La Bâtie, en aval du confluent de l'Arve, pour nous montrer l'Alluvion ancienne recouverte par le terrain glaciaire. Une route en construction nous permit d'étudier facilement les divers caractères de l'alluvion et des terrains qui la surmontent.

L'Alluvion ancienne, qui repose, dit-on, sur la Molasse, se compose de lits à peu près horizontaux de galets; on n'y voit presque pas de lits de sables. Elle ne présente aucune ondulation; mais on y trouve çà et là quelques lits également horizontaux de galets un peu volumineux. Ceux-ci alternent avec des bancs de menus cailloux conservant la même régularité stratigraphique. Cette disposition nous prouve que nous sommes en présence de l'alluvion d'une rivière à cours régulier et à pente uniformément permanente. Cette rivière ne devait avoir que peu de variations dans son débit, et ces variations ne se produisaient jamais d'une façon brusque.

Le Rhône de cet âge traversait donc déjà, sans doute, le lac Léman, qui, comme aujourd'hui, régularisait son débit. Les roches que roulait ce fleuve venaient soit de l'Arve, soit d'anciens dépôts erratiques qu'il lavait et remaniait.

Dans ces alluvions anciennes on trouve des roches du Haut-Valais. Il en résulte qu'avant leur dépôt la vallée du Rhône avait déjà été le témoin d'un transport de roches venues de ce pays. Or la vallée occupée par le lac Léman étant la seule vallée qui réunisse le Valais à

Genève, l'existence même de ce lac à l'époque des Alluvions anciennes démontre que ce transport est le résultat d'un glacier. Un glacier est en effet le seul véhicule qui ait pu faire traverser le lac Léman à des roches originaires du Valais, en laissant subsister ce lac à l'époque de son retrait.

Ce dépôt glaciaire, évidemment antérieur à l'Alluvion ancienne qui en renferme les débris, précède, à plus forte raison, les dépôts glaciaires qui recouvrent cette Alluvion et qui, d'après tous les auteurs, s'étendent à la surface des plaines et des plateaux jusqu'à Lyon. Il est, d'autre part, plus récent que les Molasses du bassin du Rhône, qui se terminent, d'après M. E. Benoît (1), par des molasses à Mastodontes.

Cette situation fixe son âge. En effet, les géologues Suisses admettent que l'Alluvion ancienne de Genève est l'équivalent de celle qui, aux environs de Zurich, recouvre les argiles à lignites de Dürnten. Ces argiles renferment la faune à *Elephas meridionalis* et sont peut-être représentées à Genève, nous a dit M. Alph. Favre, par des argiles qui affleurent sous le bois de La Bâtie, dans le lit de l'Arve.

A Dürnten, sous les argiles à lignites, M. Oswald Heer a signalé l'existence de cailloux striés, dénotant un dépôt glaciaire antérieur à l'*E. meridionalis* et postérieur aux Mastodontes. Une formation glaciaire de même âge a été signalée en 1869 à Perrier, au pied du pic du Sancy, par M. Julien ; mais ce terrain de Perrier, foulé depuis si longtemps par de nombreux et savants géologues auxquels ses caractères glaciaires avaient jusqu'alors échappé, ne pouvait se faire subitement accepter pour le produit d'un glacier, sans soulever quelques contradictions.

Les roches valaisanes des environs de Genève ne pouvant, ainsi que nous l'avons vu, avoir été transportées à Genève à travers le lac Léman, que par un glacier, on est forcé d'en conclure, pour les raisons énoncées plus haut, que l'Alluvion ancienne est un dépôt glaciaire remanié. Alors la nécessité de l'existence de ce terrain glaciaire ancien doit, ce me semble, faire repousser toutes les objections opposées jusqu'à ce jour aux premières observations de M. Oswald Heer, puis à celles de M. Alph. Julien.

Ces premiers dépôts glaciaires forment en quelque sorte la transition entre l'époque tertiaire et l'époque quaternaire. M. A. Julien les a considérés comme le commencement de cette dernière époque, et en a fait sa première époque glaciaire. Cette première époque glaciaire n'est séparée de la seconde que par les lignites de Dürnten et les Alluvions anciennes. En effet ces dernières, qui terminent, je crois, pour la géné-

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 449 ; 1875.

ralité des géologues, l'époque pliocène, sont immédiatement recouvertes par les moraines et par la boue durcie des glaciers quaternaires, dont la grande extension égale celle des glaciers pliocènes (1).

Vers la fin de l'époque des Mastodontes, les glaciers, qui depuis la grande extension miocène n'avaient, sans doute, pas quitté les hauts sommets des Alpes, sont descendus dans la plaine, où ils ont dû écraser les forêts et les recouvrir de cailloux, sans les avoir d'abord détruites par une simple action frigorifique. En effet, ainsi que chacun peut l'observer au pied des Alpes, les glaciers n'ont d'action sur ce qui les entoure que par leur poids, par le volume de leurs moraines et par le débit de leurs torrents. Pendant leur extension, ils ont raboté et nivelé tout sur leur chemin, et ensuite, lors de leur retrait, ils ont abandonné des moraines, laissant entre celles-ci des cuvettes imperméables.

Ces nouveaux bassins fermés ont donné naissance à des lacs et à des marécages qui ont été fréquentés par l'*Elephas meridionalis*. Le climat se modifiant, les fleuves ont agrandi leur lit et remanié tous les dépôts incohérents qui encombraient leurs vallées ; ils ont ainsi entraîné les argiles, stratifiant les cailloux sur tous les fonds trop résistants. Parmi ces fonds, il convient de mentionner les boues argileuses glaciaires, cimentées par des infiltrations pendant l'âge de l'*E. meridionalis;* telles sont les argiles à lignites de Dürnten et peut-être les marnes inférieures du bois de La Bâtie.

Les grands cours d'eau ont dû souvent remanier des ossements de la faune contemporaine ; mais ils ont dû aussi entraîner dans leurs vastes inondations les derniers représentants de cette faune, devenus moins bons reproducteurs, en raison du climat précurseur des glaciers quaternaires. Par une conséquence naturelle de ce régime, les assises supérieures des alluvions anciennes ne renferment plus de débris complets de la faune de l'*E. meridionalis,* parce qu'elles sont le produit des torrents des glaciers. Ceux-ci se sont avancés de nouveau pour bientôt tout recouvrir. A ce moment commence l'époque quaternaire, pendant laquelle les glaciers, après être descendus jusque dans les basses plaines sur les traces de leurs prédécesseurs, se sont retirés de nouveau vers les sommets des grandes chaînes, par une marche longue et hésitante, susceptible, peut-être, de se scinder en plusieurs phases.

(1) Sur cette extension consulter une note publiée par moi dans les *Annales de l'Académie de Macon,* 1876.

Les **Glaciers miocènes** *en* **Bresse,**
par M. **Tardy**.

Divers puisatiers m'ont souvent assuré que dans les puits profonds qui traversent tout le système des marnes lacustres pour atteindre la nappe aquifère des molasses, on trouvait, entre ces deux formations, de très-gros cailloux de quartzites. De telles roches ne peuvent guère avoir été amenées à Bourg que par une action d'origine glaciaire.

Dans un bassin creusé dans la vallée de la Veyle pour l'alimentation de la gare de Bourg, on a en effet rencontré au niveau du fond des puits indiqués ci-dessus, à 215 mètres environ d'altitude, une nappe d'eau très-abondante coulant au milieu de cailloux de quartzites assez volumineux. L'eau fournie par ce bassin est, comme celle de la nappe aquifère des molasses, très-pure, peu incrustante et douée d'un pouvoir ascensionnel de plus d'un mètre.

Du fond d'un autre puits récemment creusé à Bourg, on a aussi ramené des cailloux de quartzites. Il est peu probable que dans ce puits ces cailloux proviennent des assises quaternaires de la Bresse qui forment tout le sol de la plaine, parce que les eaux se sont rapidement élevées de près de 4 mètres et ont empêché tout travail ultérieur.

Néanmoins, en parcourant le pourtour méridional de la Dombes, je n'ai pu trouver sur les flancs de ce plateau aucune trace bien évidente de ce dépôt de quartzites.

Cependant, à Varambon, entre le système des molasses marines et celui des molasses d'eau douce, on voit des dépôts caillouteux signalés en 1859 à la Société géologique par M. Drian (1), lors de la réunion extraordinaire de Lyon. Dans la coupe donnée par M. Drian, ces dépôts sont désignés par la lettre A.

Au sud du mamelon de sables marins sur lequel est bâti le château de Varambon, dans la berge de la rivière d'Ain, on voit (fig. 1) un conglomérat de cailloux de calcaires jurassiques, *cc*. Ces cailloux, distants de plus de quatre kilomètres de tout affleurement de l'étage jurassique, sont en outre séparés de la montagne jurassique la plus voisine par le mamelon des sables marins. Cependant, quoique ces sables soient à peine durcis, les cailloux de cette formation erratique *ne sont pas roulés*. Les sables siliceux qui ont agglutiné ce dépôt ont trop altéré les surfaces des cailloux pour qu'on puisse espérer y trouver des traces de stries.

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 1120.

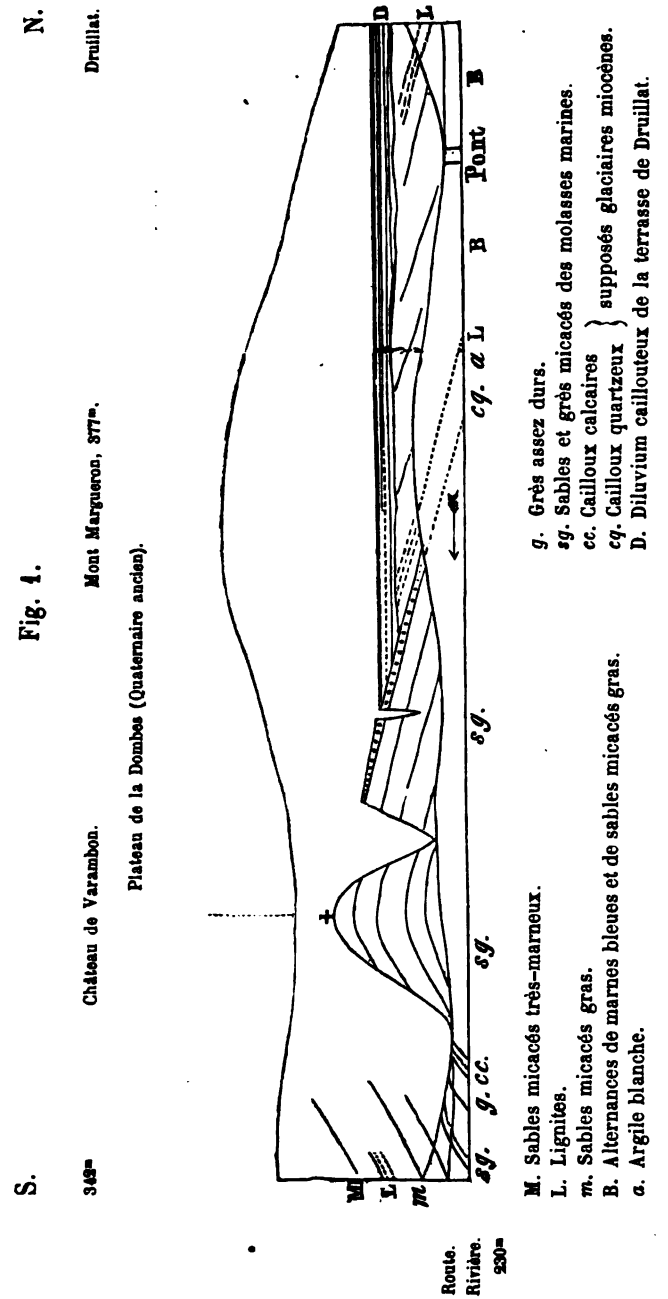

S.
N.
342m
Château de Varambon.
Mont Margueron, 377m.
Druillat.
Plateau de la Dombes (Quaternaire ancien).
Route.
Rivière.
230m
M
L
m
sg.
g. cc.
sg.
sg.
cq. a L
B
Pont
B
D
L
M. Sables micacés très-marneux.
L. Lignites.
m. Sables micacés gras.
B. Alternances de marnes bleues et de sables micacés gras.
a. Argile blanche.
g. Grès assez durs.
sg. Sables et grès micacés des molasses marines.
cc. Cailloux calcaires
cq. Cailloux quartzeux
supposés glaciaires miocènes.
D. Diluvium caillouteux de la terrasse de Druillat.

Fig. 1.

Au nord du même mamelon de Varambon, du côté de la montagne, il y a au contraire un lit de cailloux siliceux, *cq*, qui semble s'engager sous les lignites, L, et les marnes lacustres, B ; mais ses affleurements, visibles en deux points seulement, dans deux ravins et trop près du Diluvium, D, ne permettent pas une affirmation de son âge. Néanmoins il y a tout lieu de supposer que ce dépôt est miocène et intercalé entre les molasses et les argiles lacustres à lignites de la Bresse.

Ainsi qu'on peut le voir dans la coupe donnée par M. E. Benoît à la séance du 19 avril 1875 (1), les formations erratiques existent dans le bassin du Rhône vers le niveau des poudingues de la colline de Turin. Elles se montrent encore dans les montagnes de la Grande-Chartreuse. Aussi serait-il bien étonnant qu'il ne se trouvât pas quelque trace de ce phénomène erratique dans les assises miocènes du bassin de la Saône ; néanmoins le dépôt indiqué ci-dessus à Varambon sous les marnes lacustres de la Bresse est un des plus récents de cette époque (2).

Séance du 31 *janvier* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Tabuteau, Capitaine au 93e Highlanders, F. G. S., rue de Constantinople, 7, à Paris, présenté par MM. Danglure et Sauvage.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. Tournouër analyse les notes suivantes :

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 437.

(2) En effet, d'après le mémoire de M. E. Benoît sur les terrains tertiaires du bassin du Rhône (1), d'après le tableau qui résume l'étude de M. Alb. Falsan sur la position stratigraphique des tufs de Meximieux (2), d'après les travaux de M. Renevier (3) et de plusieurs autres auteurs, le dépôt erratique en question est, d'une part, inférieur aux molasses d'eau douce à Mastodontes (Tortonien, d'après MM. Falsan et Renevier), et, d'autre part, supérieur aux couches à *Pecten scabrellus* (Helvétien, Mayer ; Seravallien, Pareto) ; il serait même, d'après les indications de M. Falsan, supérieur aux couches de Cabrières-d'Aigues ; ce qui fixe son âge dans des limites très-restreintes.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

(1) *Loc. cit.*

(2) *In* de Saporta et Marion, *Recherches sur les Végétaux fossiles de Meximieux (Arch. du Mus. d'Hist. nat. de Lyon*, 5e fasc.), 1876.

(3) *Tableau des Terrains sédimentaires ;* 1874.

Relations du **Pliocène** *et du* **Glaciaire** *aux environs de* **Côme.**
Lettre à M. R. Tournouër,
par M. E. **Renevier.**

Lausanne, le 20 décembre 1875.

Mon cher confrère,

Je viens m'acquitter de la promesse que je vous fis cet été au Congrès de Genève, de communiquer à la Société géologique les résultats de l'excursion projetée aux environs de Côme, pour visiter les remarquables gisements signalés récemment par le professeur Stoppani, puis par M. Desor (1).

L'un de ces gisements est situé en Italie, à 8 kilomètres au sud de Côme, c'est-à-dire dans la grande plaine lombarde; deux autres sont en Suisse, dans le canton du Tessin, à 7 kilomètres au nord-ouest de Côme, c'est-à-dire déjà dans la région alpine. Cette différence est importante à noter.

I. *Gisement de Fino.*

Ce premier gisement a été désigné successivement sous les noms de *Fino, Bernate* et *Cassina Rizzardi;* il se trouve, dans le fait, à peu près à mi-distance entre le village de Fino et le château de Cassina Rizzardi, qui fait partie de la commune de Fino. Bernate en est assez éloigné et forme une autre commune. M. le comte Porro, sur la propriété duquel est située la *gravière* en question, a eu l'obligeance de m'y conduire et de me fournir divers renseignements locaux.

Les sables et graviers exploités en cet endroit, au milieu desquels on a trouvé des coquilles marines pliocènes, font partie des terrains superficiels appelés *ceppo* par les géologues lombards. J'ai vu dans la carrière des *graviers stratifiés,* un peu irrégulièrement il est vrai, alternant avec des sables plus ou moins fins, mais en général *triés* d'après la dimension des grains. Le gravier lui-même est *lavé;* les cailloux en sont tous *arrondis* par l'action des eaux; quelques-uns présentent des

(1) Stoppani, *Il Mare glaciale ai piedi delle Alpi* (*Rivista Italiana*, août 1874); — *Sui rapporti del terreno glaciale col Pliocenico nei dintorni di Como* (*Atti Soc. Ital. di Scienze natur.*, 25 avril 1875).

Desor, *Le paysage morainique et son origine glaciaire;* 1875.

surfaces un peu planes, mais les arêtes et les angles en sont toujours *usés et arrondis*. Beaucoup de ces cailloux sont *perforés* par des mollusques lithophages, dont les coquilles existent parfois encore dans les trous. J'ai trouvé également des perforations semblables dans les incrustations calcaires qui souvent cimentent ces cailloux en une sorte de conglomérat. Enfin j'ai recueilli de mes propres mains, en creusant dans les petites couches de sable grossier intercalées dans le gravier, quelques coquilles marines assez bien conservées. Il paraît que, suivant les places atteintes par l'excavation, elles sont beaucoup plus fréquentes; car M. Stoppani et M. Desor disent les avoir ramassées en abondance, ce qui n'a pas été mon cas. Pendant la semaine qui avait précédé ma visite, un homme de l'endroit avait été occupé à y récolter des fossiles pour le Musée de Milan et en avait rassemblé un assez bon nombre; il avait sans doute un peu épuisé le gisement. M. Porro a eu l'obligeance de me faire voir cette récolte. Les coquilles étaient absolument semblables de conservation à celles que j'avais trouvées moi-même, c'est-à-dire blanches, calcinées, assez friables, parfois avec leurs ornements assez nets, et contenant dans leur intérieur du sable absolument identique avec celui au milieu duquel elles gisaient.

L'action des eaux est donc parfaitement incontestable, et la présence de la mer ne l'est pas moins. Un remaniement me paraîtrait tout à fait inadmissible. Le ciment même du *ceppo* étant perforé par les lithophages, il faut bien que le dépôt se soit formé dans la mer où vivaient ces mollusques perforants. Les autres caractères de ce terrain sont d'ailleurs tout à fait concordants et m'obligent à le considérer comme un *dépôt littoral torrentiel*. Son analogie avec les *Alluvions anciennes* de Genève m'a frappé au premier coup d'œil. Il me fut dès l'abord évident que je n'avais point affaire à une formation glaciaire proprement dite, comme le feraient penser les écrits de MM. Stoppani et Desor, mais à des graviers stratifiés, tout à fait analogues à ceux que nous avons étudiés à la jonction du Rhône et de l'Arve, le 1er septembre dernier, avec MM. Lory, de Rouville, Cornet, Tardy et autres, et que nous avons vus alternant avec la boue glaciaire, mais toujours bien distincts de celle-ci et, d'une manière générale, lui servant de substratum.

Quant à des *cailloux striés*, je n'ai pas pu en trouver un seul exemplaire nettement marqué dans le *ceppo* de Fino. Notre confrère M. Stoppani assure en avoir ramassé un bon nombre de parfaitement striés; M. Desor confirme le fait; je me garderai bien de le nier; mais ce que je puis assurer, c'est qu'ils y sont bien exceptionnels, puisque dans cette toute petite carrière, la seule d'ailleurs qui existe dans la localité, j'ai cherché plus d'une demi-heure sans en trouver un seul,

et que mon compagnon, M. le comte Porro, qui désirait m'en montrer, n'a pas été plus heureux. Les cailloux sont évidemment d'origine alpine; j'y ai reconnu les diverses roches des bords du lac de Côme : roches cristallines, calcaires dolomitiques et calcaires liasiques. Je ne doute pas que le glacier n'ait été l'agent de leur transport, jusqu'à Côme peut-être, mais je ne trouve aucune preuve, aucun indice, que le glacier ait dépassé Camerlata, c'est-à-dire la lisière des Alpes.

En retournant à Côme, j'ai visité d'autres gravières sur la route; c'était toujours le même gravier stratifié, la même *Alluvion ancienne.* C'est ce même terrain qui forme tout le bord septentrional de la plaine lombarde jusqu'à Camerlata. Toute cette contrée est composée de petites plaines séparées par des collines ou bourrelets de gravier. M. Desor appelle cela un *paysage morainique,* et M. Stoppani déclare que toutes ces collines sont d'*anciennes moraines.* J'ai peine à l'admettre, par la raison que les sables et graviers qui les composent sont stratifiés. On a dit aussi que tout le pays était parsemé de blocs erratiques; on en a même cité d'assez gros. M. Porro m'en a montré quelques-uns de moyenne taille, les plus gros ayant été, disait-il, tous exploités; mais quelle différence avec nos blocs erratiques suisses! Les arêtes toujours fortement émoussées, point de surfaces polies et striées, partout les traces de l'usure par les eaux. Ces blocs sont, il est vrai, assez gros et assez polyédriques pour qu'on les suppose charriés longtemps par les glaciers, mais ils ne l'ont pas été jusqu'à leur station actuelle. Les eaux ont certainement concouru à leur transport, soit qu'elles aient été chargées du dernier relais, soit que ces blocs, tombés dans la mer, y aient perdu leurs arêtes vives par le ballottement des vagues.

Je dis ceci pour ne pas exclure l'idée d'un transport par les glaces flottantes, que je suis prêt à admettre dans ce cas. Il se pourrait en effet que les grands glaciers quaternaires eussent rencontré aux environs de Côme le rivage de la mer pliocène, et y eussent laissé flotter leurs *icebergs*, comme les glaciers arctiques actuels sur les mers polaires. Cela expliquerait la présence accidentelle de *cailloux striés* dans les graviers stratifiés de Fino, mêlés aux coquilles marines. Une semblable association a été signalée dès longtemps dans les *Oesars* scandinaves, auxquels on pourrait assimiler avec assez de probabilité les collines de graviers, disposées en amphithéâtre, que plusieurs ont considérées comme des moraines.

Je dois signaler cependant l'une de ces collines comme due certainement à une cause différente et antérieure. C'est celle que traverse la route de Fino entre Grandate et Camerlata. J'y ai constaté, au bord de la route, des bancs de vraie *molasse,* plongeant de 30° dans la di-

rection de Côme, c'est-à-dire au N. N. E., précisément à l'inverse des bancs de molasse et de poudingue qui forment la première petite chaîne alpine derrière Camerlata. Cette colline a donc une origine orographique et doit rester en dehors de la question.

Quant à l'arrivée des grands glaciers jusqu'à Côme, elle ne peut être mise en doute; j'ai rencontré sur la voie ferrée, derrière Borgo-Vico, faubourg de Côme, de la *boue glaciaire* parfaitement caractérisée, avec cailloux alpins *anguleux*, gisant dans une anfractuosité des bancs de molasse. C'est là du vrai Glaciaire, comme nous en voyons tous les jours en Suisse, et qui ne peut être confondu avec le *ceppo* de Fino!

II. *Gisement de Pontegana.*

Le hameau de ce nom est situé sur une éminence, à environ 1 kilomètre et demi de Chiasso, village frontière de la Suisse et station du chemin de fer du Saint-Gothard. Le gisement fossilifère se trouve immédiatement au pied de la colline, au bord de la Breggia. Il fut découvert, il y a une dizaine d'années environ, par M. Lucio Mari, actuellement bibliothécaire du Lycée cantonal à Lugano, alors qu'il était instituteur à Chiasso. Mais à cette époque personne n'y prit garde, et ce sont les derniers écrits de MM. Stoppani et Desor qui ont révélé au monde scientifique cet intéressant gisement.

Je m'y suis rendu le 20 septembre passé, sous la conduite de MM. L. Mari et D. Lucchini de Lugano, lesquels y font de fréquentes excursions et y ont déjà récolté un grand nombre de fossiles. J'ai vu là, au bord d'un canal qui longe la Breggia, une assez grande épaisseur de marnes d'un gris-verdâtre, plus ou moins micacées, bien stratifiées, sensiblement horizontales, sauf sur quelques points où elles paraissent plonger de 10 à 15° au sud. Ces marnes contiennent beaucoup de coquilles marines, avec des Oursins, des Algues et quelques débris plus rares de plantes terrestres. Le mode de conservation des coquilles est tout autre que celui des fossiles de Fino: les tests sont minces, parfois écrasés, ordinairement encore nacrés, et les ornements les plus fins admirablement conservés. C'est un dépôt littoral vaseux, parfaitement régulier, formé dans une baie tranquille. M. Stoppani déclare ce gisement tout à fait semblable à celui de la Folla d'Induno, près Varèse, connu depuis longtemps comme pliocène ancien ou plaisancien. Les fossiles que j'en ai rapportés n'ont pas encore été déterminés exactement, mais ils ont tout à fait l'aspect de la faune subapennine de Castel-Arquato, etc. M. Spreafico, dont nous déplorons la perte, les avait aussi déterminés comme pliocènes. Quelques espèces sont ci-

tées par M. Stoppani dans son premier travail (1) et par M. Desor (2).

Mais ce que j'ai vainement cherché dans ce gisement de Pontegana, ce sont les cailloux striés ! Avec l'aide de mes deux guides, j'y ai bien trouvé quelques rares cailloux, mais de petite dimension, et toujours parfaitement arrondis, sans faces planes et sans stries aucunes. Il est vrai que M. Stoppani ne les indique pas positivement à Pontegana; mais il les fait pressentir, en assimilant toujours ce gisement à celui de Balerna, où, comme je le dirai plus loin, les cailloux striés abondent. M. Desor, de son côté, parle (p. 94) de « l'époque où les cailloux striés des Alpes venaient se mêler au limon du fiord de la Breggia, » c'est-à-dire à la marne pliocène de Pontegana. Or ce mélange n'existe point ici, et l'assimilation des gisements de Balerna et de Pontegana n'est nullement justifiée. La marne marine de Pontegana me paraît être du vrai Pliocène, pur de tout mélange glaciaire.

Le substratum de cette marne n'est pas visible. Quant aux couches superposées, qu'on voit facilement dans la coupe du canal, ce sont des graviers à gros éléments, bien *arrondis,* qui succèdent brusquement à la marne marine, sans transition aucune. Une lacune stratigraphique entre ces deux dépôts me paraîtrait parfaitement admissible.

De l'autre côté de la colline, donc au sud du hameau de Pontegana, la voie ferrée passe dans une profonde tranchée, creusée tout entière dans une masse de graviers irrégulièrement stratifiés. On a trouvé dans ces graviers un crâne de *Bouquetin,* que j'ai vu entre les mains du chef de gare de Balerna, et qui avait été examiné et déterminé quelques jours auparavant par mon collègue le professeur Rutimeyer, de Bâle, très-compétent en ces matières. Il m'a paru que ces graviers devaient être la continuation de ceux qui recouvrent la marne marine au bord de la Breggia, et qui forment probablement toute la partie supérieure de la colline de Pontegana. Dans le peu de temps que j'ai pu leur consacrer, je n'ai rien vu qui me renseignât d'une manière positive sur leur âge pré- ou post-glaciaire.

III. *Gisement de Balerna.*

A quelques pas de la gare de Balerna se trouvent les *Fornaci di Balerna,* les *Fours* comme traduit M. Desor; mieux vaudrait dire les tuileries ou les briqueteries; ce sont en effet des exploitations d'argile pour la fabrication de tuiles et de briques. Quoique Balerna ne se trouve guère qu'à un kilomètre de Pontegana, les conditions stratigra-

(1) *Il Mare glaciale,* p. 22, en note.
(2) *Le paysage morainique,* p. 93.

phiques sont ici toutes différentes. L'argile exploitée est de la vraie *boue glaciaire,* remplie de cailloux à faces planes, polis et striés. On en a retiré sous mes yeux des excavations les plus profondes creusées par les ouvriers, c'est-à-dire des couches les plus inférieures visibles à Balerna. Dans ces couches profondes l'argile est plus bleue, plus plastique, et les cailloux striés plus rares, mais incontestables. A mesure qu'on s'élève, les cailloux striés augmentent et l'argile devient plus jaunâtre. A peu près au niveau de la voie ferrée, les cailloux sont si abondants qu'ils transforment l'argile en *béton* glaciaire ; puis, derrière la gare, ce béton devient insensiblement plus graveleux, les cailloux plus arrondis, les stries plus effacées, et enfin la côte qui domine la gare et supporte le village de Balerna est tout entière formée de sables et graviers plus ou moins régulièrement stratifiés, analogues à ceux de la tranchée de Pontegana, dont ils paraissent être la continuation. Les graviers de Balerna sont donc immédiatement post-glaciaires, comme ceux qui abondent sur le plateau Suisse, et en particulier autour de Lausanne.

Mais où se trouve ici le Pliocène marin? Malgré toutes nos recherches, nous n'avons pu découvrir à Balerna la plus petite trace de coquilles marines. Les ouvriers interrogés répondirent tous négativement, à l'exception d'un seul, qui m'apporta bientôt une coquille d'Escargot et une de ces concrétions marno-calcaires si fréquentes dans la boue glaciaire. Mes deux compagnons, MM. Mari et Lucchini, n'y avaient jamais eux-mêmes trouvé de coquilles marines; ils se référaient à celles qui devaient exister au Musée de Milan. Le chef de gare, jeune homme instruit et intelligent, qui s'était bien rendu compte de la valeur du crâne de Bouquetin, qu'il réservait pour M. Rutimeyer, ne savait rien, lui non plus, de coquilles marines trouvées aux Fornaci, à quelques pas de sa station. Je n'ai donc pu acquérir personnellement aucune notion à ce sujet, et j'en suis réduit aux renseignements fournis par M. Stoppani.

Or notre collègue affirme (1) que, dans une coupure du chemin de fer, près des Fornaci, Spreafico a recueilli lui-même un bel Oursin dans les argiles bleues inférieures, qui étaient recouvertes, en ce point, d'une petite zone sableuse et graveleuse les séparant de la base de la moraine. On ne peut révoquer en doute une pareille affirmation; mais il paraît ressortir clairement de l'observation du regretté Spreafico, que les argiles glaciaires des Fornaci sont superposées aux marnes pliocènes et non confondues avec elles.

J'ai beaucoup regretté de ne pouvoir pousser plus loin mes investi-

(1) *Il Mare glaciale,* p. 24.

gations et visiter aussi une tranchée du chemin de fer qui se trouve au-delà dans la direction de Mendrisio. M. Stoppani nous assure (1) qu'on y trouve la même superposition, mais avec le caractère marqué d'une transition insensible. C'est là le point important; j'eusse bien voulu m'en assurer de mes propres yeux, mais l'obligation de reprendre le train, et l'impossibilité de prolonger mon voyage, fût-ce d'un seul jour, me l'interdisaient absolument.

IV. *Appréciations générales.*

Dans les pages qui précèdent, je me suis limité intentionnellement au simple exposé de mes propres observations et des renseignements de fait que j'ai pu obtenir sur les lieux. Voyons maintenant quelle est la portée de ces nouvelles découvertes sur la chronologie des dernières époques géologiques.

J'accepte de confiance, et sans hésitation, l'assimilation, admise par tous les géologues italiens, des marnes marines de la Folla d'Induno et de Pontegana avec les marnes bleues subapennines du Plaisantin, etc. Il en résulte que la mer pliocène qui couvrait la plaine du Pô a dû s'étendre jusqu'au pied des Alpes, comme on en avait depuis longtemps les preuves aux environs d'Ivrée et de Varèse (2), et même pénétrer dans leurs vallées méridionales, sous forme de golfes plus ou moins profonds, ou de *fiords*, ainsi que s'exprime M. Stoppani.

Sous ce rapport les conclusions de notre confrère me paraissent parfaitement justifiées, et, quoique Pontegana soit jusqu'ici le point le plus septentrional où nous connaissions avec certitude la faune marine pliocène, je suis tout disposé à admettre que les lacs de Côme, de Lugano et Majeur étaient primitivement des golfes de cette mer pliocène lombarde. Le relief topographique des Alpes est, dans ses principaux traits, incontestablement antérieur à l'époque pliocène, puisque les marnes marines de Pontegana sont sensiblement horizontales, tandis que les collines molassiques des environs de Côme sont en couches très-fortement déclives. Or, comme le gisement de Pontegana est à l'altitude de 300 mètres environ, tandis que le niveau du lac de Côme n'est qu'à 213, celui du lac de Lugano à 271, et celui du lac Majeur à 197, il en ressort, sinon la certitude, du moins la très-grande probabilité que la mer pliocène devait les recouvrir et s'étendre peut-être au-delà de leurs limites. Ce sera aux futurs investigateurs de cette contrée à en trouver les preuves, sous forme de fossiles marins d'âge

(1) *Op. cit.*, p. 25.
(2) *Sui rapporti*, p. 15.

plaisancien, sur les bords de ces lacs ou dans les vallées qui y débouchent.

Mais les glaciers alpins aboutissaient-ils déjà à ces fiords, comme le pense M. Stoppani? C'est ce qui ne me paraît nullement prouvé. L'absence de cailloux striés dans les marnes marines de Pontegana prouve seulement qu'à l'âge plaisancien (Pliocène inférieur) les glaciers devaient être encore fort éloignés de cette station. Je suis porté à croire qu'ils descendaient déjà dans les vallées supérieures; peut-être arrivaient-ils jusqu'à l'extrémité septentrionale des fiords? Mais nous en sommes réduits aux suppositions; de preuves nous n'en avons aucune.

Quant au gisement de Fino, ses fossiles ont été déclarés pliocènes par MM. Spreafico, Sordelli, d'Ancona et Ch. Mayer. M. Desor en donne, d'après leurs déterminations, une liste de 83 espèces, dont 22 encore actuellement vivantes (1). Cette quadruple détermination ne peut laisser aucun doute. D'autre part, comme je l'ai déjà dit, l'idée d'un remaniement m'a paru, sur place, tout à fait inadmissible. Il me semble donc que c'est bien la mer pliocène qui a déposé le *ceppo* de Fino, mais à une époque plus récente que celle où elle déposait les marnes de Pontegana. Le faciès du *ceppo* est évidemment plus littoral que celui des marnes; la mer, à ce moment, devait avoir son rivage aux environs de Camerlata; elle s'était donc considérablement retirée vers le centre du bassin; ce qui indique évidemment une sensible différence d'âge. Si les marnes de Pontegana sont, comme il me paraît, d'âge *plaisancien*, les graviers de Fino doivent appartenir plutôt à l'âge *astien* et correspondre ainsi aux *Sables jaunes*, ou *Sables d'Asti*, qui recouvrent dans la plaine du Pô les *Marnes subapennines*.

Ce gisement de fossiles marins dans les graviers du *ceppo* n'est d'ailleurs point un cas isolé. D'après M. Stoppani (2), on a retrouvé des coquilles marines dans le voisinage, à Monticello, Ronco, Bulgaro. Les frères Villa en avaient déjà, en 1844, signalé l'existence dans le *ceppo* d'Inverigo, localité passablement plus à l'est dans le centre de la Brianza (3).

Qu'en est-il de l'avancement des glaciers alpins à cette époque? MM. Stoppani et Desor pensent que le *ceppo* est un dépôt morainique, et que les glaciers ont dû rencontrer la mer pliocène pas bien loin de Fino. M. Desor va même jusqu'à dire (p. 27) qu'au moment de leur plus grande extension les glaciers devaient s'avancer jusque près de Monza, donc pas très-loin de Milan. Cela me paraît douteux. Les matériaux du *ceppo* sont bien d'origine glaciaire, mais c'est du glaciaire

(1) *Le paysage morainique*, p. 34 et 91.
(2) *Sui rapporti*, p. 8.
(3) *Id.*, p. 20. en note.

remanié et stratifié, qui doit avoir été déposé dans la mer. Comme je l'ai déjà dit, on pourrait aisément expliquer par des glaces flottantes les cailloux striés que MM. Stoppani et Desor affirment avoir trouvés dans le *ceppo* de Fino.

Il n'en résulterait pas moins que la formation du *ceppo* a dû être contemporaine des grands glaciers pendant leur phase d'empiétement, et correspondrait ainsi aux *Alluvions anciennes* de Genève et d'ailleurs; ou, en d'autres termes, que la marche progressive des glaciers a dû commencer pendant l'époque pliocène, et que vers la fin de cette époque ils devaient avoir atteint la lisière sud des Alpes.

Si, comme le pense M. Desor, les glaciers se sont avancés encore plus au sud, jusque près de Monza, ce ne pourrait être qu'après le retrait de la mer *astienne* qui a déposé le *ceppo*. On devrait retrouver alors, superposés au *ceppo*, de la boue glaciaire avec cailloux striés abondants, comme à Balerna, et de vrais blocs erratiques bien anguleux. Or ces seuls témoins authentiques de la présence, sur place, du glacier, n'ont, à ma connaissance du moins, point encore été signalés sur la plaine au sud de Côme. Il me paraît donc plus prudent, plus conforme aux faits acquis, d'admettre la lisière sud des Alpes, passant par Camerlata, comme l'extrême limite des glaciers alpins au moment de leur extension maximum.

Si mes déductions sont légitimes, la fin de l'époque pliocène coïnciderait avec le maximum d'extension des glaciers, et l'époque plistocène ou quaternaire correspondrait à leur phase de retrait. La période glaciaire comprendrait donc simultanément l'époque pliocène (Plaisancien et Astien) comme terme ascendant ou *progressif*, et les époques quaternaire et actuelle comme terme descendant ou *régressif*. Ce qui revient à dire qu'il faut grouper ces derniers âges du globe en une grande *période moderne* ou glaciaire, et renoncer entièrement à la grande coupure traditionnelle et des plus artificielles, entre tertiaire et quaternaire.

J'ai déjà insisté sur ce point, mais par des motifs de nature plutôt paléontologique, dans le texte explicatif de mon *Tableau des terrains sédimentaires* (p. 15), mais je fus trop timide alors pour oser effectuer cette réunion comme je viens de la présenter, quoiqu'elle fût déjà dans ma pensée. Mon Tableau étant destiné surtout à l'enseignement, je ne voulais pas d'ailleurs, sans nécessité, m'écarter trop de l'usage habituel. Voici ce que j'écrivais le 6 mars 1875 à M. Stoppani, après avoir lu son premier opuscule : *Il Mare glaciale*. Ces lignes sont citées par notre collègue dans son appendice (1), mais avec plusieurs fautes

(1) *Sui rapporti*, p. 14.

d'impression, de sorte que je ne suis pas fâché de l'occasion qui se présente de rétablir le texte dans son intégrité.

« J'admets d'autant plus volontiers vos conclusions, que j'avais » beaucoup hésité, en préparant mes *Tableaux des Terrains*, si je réu- » nirais le Subapennin à la période moderne ou à la période molas- » sique : et si je me suis décidé pour la seconde alternative, ce n'était » pas conformément à mes inclinations personnelles, mais pour m'é- » carter le moins possible de l'opinion générale, n'ayant pas de preuves » positives de ce qui me paraissait pourtant le plus rationnel. Si j'avais » connu alors l'opinion que vous souteniez dans le second volume de » votre *Corso di Geologia*, et mieux encore vos découvertes de Bernate, » je n'eusse certainement pas hésité à faire l'inverse. »

J'écrivais cela avant d'avoir visité moi-même les gisements. Maintenant que je les ai vus et, j'ose le dire, étudiés avec soin, je persévère dans le même sentiment. Quoique mes appréciations diffèrent un peu dans les détails de celles de MM. Stoppani et Desor, je n'en suis pas moins d'accord avec eux sur le fond de la question, c'est-à-dire sur la réunion proposée (non pas la confusion) du Pliocène et du Quaternaire. Si j'avais à refaire mon *Tableau de la Période moderne*, voici comment j'en concevrais actuellement le plan, pour ce qui concerne tout au moins les régions alpines (voir le tableau à la page 197).

Post-scriptum (25 janvier 1875). Ces pages étaient écrites depuis quelques jours, lorsque j'ai reçu de M. le professeur Rutimeyer un mémoire intitulé : *Ueber Pliocen und Eisperiode auf beiden Seiten der Alpen*. Naturellement je n'ai pas voulu vous envoyer ma lettre avant d'avoir lu ce travail, pour savoir à quelles conclusions arrivait mon collègue sur les points que j'avais traités.

Voici le résumé de ses observations : à Pontegana et à Balerna M. Rutimeyer a vu exactement comme moi. Les marnes de Pontegana sont pour lui aussi du pur Pliocène, et l'argile de Balerna du véritable Glaciaire. Seulement, plus fortuné que moi, il a pu visiter la tranchée de Saltra, au-delà de Balerna, et il en donne (p. 18) un croquis : il y a vu, à la base de la moraine, le passage insensible à des couches qui deviennent nettement stratifiées, mais il n'a pu y trouver aucun fossile marin. M. Rutimeyer dit aussi (p. 20), d'après M. Desor, qu'il doit y avoir au Musée de Milan un échantillon d'argile de Balerna *contenant simultanément un caillou strié et un Oursin ;* mais il ajoute un peu plus loin, en note (p. 21), que M. Sordelli déclare cette indication erronée, que l'Oursin et le caillou strié n'ont point été trouvés ensemble, mais sont parvenus au Musée de Milan à une année d'intervalle. Il se pourrait donc, dit-il, que l'Oursin provînt de Pontegana.

Tableau de la Période moderne ou glaciaire.

	PLAINE DE LYON.	PLATEAU SUISSE.	ALPES.	TESSIN - SUD.	PLAINE LOMBARDE.
PÉRIODE GLACIAIRE. — QUATERNAIRE. — Holocène ou *Contemporain.*	Alluvions du Rhône, etc.	Alluvions des lacs et rivières.	Glaciers actuels. — Phase de retraite des Glaciers.	Alluvions de la Breggia, etc.	Alluvions récentes du Pô.
PÉRIODE GLACIAIRE. — QUATERNAIRE. — Plistocène ou *Diluvien.*	Lehm de Lyon à *Elephas primigenius.*	Terrasses diluviennes de graviers stratifiés à *Elephas primigenius.*	Maximum d'extension. — Phase d'empiétement des Glaciers alpins. —	Graviers stratifiés de Balerna et Pontegana, avec Bouquetin. Boue glaciaire de Balerna, de Côme etc.	Sables et graviers à *Elephas primigenius.*
PÉRIODE GLACIAIRE. — PLIOCÈNE. — supérieur ou *Astien.*	Erratique. Alluvions anciennes. Sables à *Mastodon Arvernensis.*	Erratique alpin. Alluvions anciennes de Genève, etc.	—	Mince zone graveleuse à Balerna.	*Ceppo* de Fino à coquilles marines. Sables d'Asti à *Mastodon Arvernensis.*
PÉRIODE GLACIAIRE. — PLIOCÈNE. — inférieur ou *Plaisancien.*	Tufs de Meximieux et Lignites à *Sus histeryx.*	?	—	Marnes marines de Pontegana, de la Folla d'Induno, etc.	Marnes bleues subapenninnes du Plaisantin, etc.
Période molassique.	Miocène.	Molasse.	—	Molasse.	Miocène.

Quant au gisement de Fino, M. Rutimeyer n'a pu l'examiner, mais il a visité celui de Ronco, où il a trouvé en effet des coquilles marines, mais pas trace de cailloux striés. En revanche, M. Rosales lui a montré, en sa demeure de Bernate, des cailloux striés du *ceppo,* dont quelques-uns étaient perforés par des mollusques lithophages. M. Rutimeyer constate que ces perforations sont dues à des Lithodomes et non à des Pholades.

Mon collègue n'est pas disposé à admettre la contemporanéité des coquilles marines avec le glacier. Il les considère plutôt comme remaniées sur place. M. Rutimeyer cite une étude très-complète de ces fossiles, faite récemment par M. F. Sordelli de Milan (1), lequel a constaté, dans les trois gisements de Fino, Ronco et Bulgaro, un nombre total de 98 espèces, dont 47 vivent encore dans la Mer Méditerranée, 2 dans les mers tropicales, et 48 sont éteintes. C'est donc une proportion d'espèces actuelles sensiblement plus forte que celle indiquée par les listes précédentes, et qui correspond mieux encore au Pliocène supérieur.

Les arguments qu'avance mon collègue en faveur d'un remaniement des coquilles ne me paraissent nullement concluants, tandis que sa constatation chez M. Rosales de *cailloux striés perforés* par des Lithodomes, aussi bien que le fait, que j'ai observé, de la *perforation* semblable *du ciment du ceppo,* me paraissent prouver d'une manière incontestable que le dépôt de ces graviers s'est opéré dans la mer.

M. Sordelli, paraît-il, considère plutôt comme remaniés les matériaux glaciaires du *ceppo,* et constate que les cailloux striés y sont fort rares. Cela concorde bien avec mes propres observations, et rend toujours plus probable l'assimilation que j'ai hasardée avec les *oesars* de la Scandinavie, résultat de l'accumulation par les glaces flottantes.

Une circonstance beaucoup plus générale me confirme dans cette idée que la phase progressive des glaciers doit être contemporaine de l'époque pliocène; c'est la très-grande rareté, dans tout le Centre et tout le Nord de l'Europe, des gisements de fossiles pliocènes, et spécialement des faunes pliocènes terrestres, qu'on devrait s'attendre à y trouver en plus grande abondance. La raison n'en serait-elle pas précisément dans l'empiétement des glaciers qui a dû naturellement commencer à se produire dès que les Alpes furent soulevées à peu près à leur niveau actuel, c'est-à-dire immédiatement après la période molassique? La calotte de glace qui, en raison même de l'humidité atmosphérique provenant de l'émersion récente, a dû assez rapidement recouvrir le Centre et le Nord de l'Europe, en aurait éliminé, pour ainsi dire, toute vie organique, à l'exception de celle qui a pu se développer

(1) *Fauna marina di Cassina Rizzardi. Atti Soc. Ital. Sc. nat.,* 1875.

plus tard dans l'intervalle des oscillations glaciaires ; comme, par exemple, la faune et la flore des *lignites feuilletés interglaciaires* du canton de Zurich, dans lesquels M. Rutimeyer vient de découvrir des *vestiges d'industrie humaine* (1).

Je reviens ainsi à l'ancienne manière de voir d'Élie de Beaumont, qui considérait les *Alluvions anciennes* comme pliocènes. Ce n'est donc point une idée nouvelle, mais un hommage rendu par de récentes découvertes à la sagacité de l'illustre géologue auquel la France scientifique se propose d'ériger un monument.

La vérité sur la **Mer Glaciale au pied des Alpes,** par M. Charles **Mayer.**

Sous le titre que je viens de citer, notre confrère M. le professeur Stoppani a publié, l'année dernière, un mémoire de 54 pages in-8°(2), ayant pour but de démontrer, à la faveur de deux faits nouveaux observés aux environs de Côme, que les glaciers descendaient jusqu'à la plaine lombarde à l'époque pliocène supérieure, et jusqu'à Balerna, au nord-ouest de Côme, à l'époque pliocène inférieure, et qu'ainsi ils venaient fondre dans la mer nord-italienne de ces époques reculées.

Des faits aussi étranges et importants que ceux qui étaient ainsi dévoilés, et les conclusions que le savant milanais en tirait pour détruire en partie la classification généralement acceptée des terrains tertiaires les plus récents, ne pouvaient manquer de jeter l'éveil parmi les géologues et, en première ligne, parmi ceux qui s'occupent plus spécialement des terrains tertiaires et des glaciers anciens et modernes. Aussi, les localités de Balerna et de Fino, mises en relief par M. Stoppani, sont-elles, depuis lors, devenues un lieu de pélerinage pour les géologues subalpins, et déjà l'un de nous, M. le professeur Desor, a soumis les nouvelles conclusions au public instruit d'Allemagne et de France (3), en les appuyant malheureusement de l'autorité de son opinion.

En allant, cet automne, continuer dans les Apennins les recherches géologiques que j'y ai entreprises, j'ai profité de l'occasion pour voir, à mon tour, les localités célébrées et y étudier les données dont il était

(1) *Archiv für Anthropologie*, t. VIII, 2e cahier ; 1875.

(2) *Il Mare glaciale ai piedi delle Alpi*, par Ant. Stoppani (extrait de la *Rivista Italiana*) ; Milan, 1874.

(3) Voyez le journal hebdomadaire *Die Alpenpost*, Zurich, mai 1875, et *Le paysage morainique*, par E. Desor, Neuchâtel, 1875.

fait tant de bruit. Or, si déjà ce que je savais des terrains pliocènes de la Haute-Italie me permettait de juger d'avance (1) que la nouvelle théorie de M. Stoppani devait reposer sur quelque erreur d'observation, mes études sur les lieux m'autorisent aujourd'hui à annoncer formellement à la Société géologique, que notre confrère de Milan s'est singulièrement laissé tromper par des argiles de couleur assez semblable, mais de faciès extrêmement différent, par des voisinages qui sont loin d'être immédiats, et par un remaniement sensiblement différent des dépôts primitifs.

Toute la théorie de M. Stoppani repose sur les deux faits prétendus par lui, qu'à Balerna des marnes bleues *pliocènes, à fossiles marins,* contiendraient, en même temps, des cailloux striés et des blocs anguleux, d'origine évidemment glaciaire, et qu'à Bernate (c'est-à-dire à Fino, car le gisement est situé dans la propriété de MM. les marquis et comte Porro, au milieu de cette dernière commune) une faune marine pliocène se trouverait en place dans des sables et cailloutis appartenant à une véritable moraine, et que cette faune *aurait vécu pendant la formation et non loin de celle-ci.* Or, j'oppose le démenti le plus formel à ces deux assertions, et je prétends que, d'une part, les argiles de toutes les tuileries sous Balerna sont *d'eau douce,* qu'elles ne contiennent aucun fossile, pas même remanié, *qu'elles appartiennent à l'époque quaternaire* et sont de l'âge des couches de Zurich, et que, d'autre part, le dépôt de Fino est, lui aussi, *un dépôt d'eau douce* et bien certainement de l'époque des grands glaciers ou des couches de Zurich, que la faune pliocène qu'il renferme est *remaniée,* qu'elle est *mélangée d'espèces pliocènes inférieures arrachées aux marnes bleues des environs de Côme,* et *d'espèces pliocènes supérieures prises, avec une partie des gros cailloux roulés, à un gisement primordial de sables jaunes, dans la contrée de Fino même,* et que le tout, mélangé avec des galets d'abord striés dans un glacier, puis roulés par un courant, a été déposé à l'endroit où il se trouve, à un moment donné de la débâcle des grands glaciers, c'est-à-dire à une époque où, depuis cent ou cent cinquante siècles, la mer pliocène avait quitté le Piémont et la Lombardie. Je vais donner les preuves de ce que j'avance.

I. *Introduction stratigraphique.*

La théorie pliocéno-glaciaire de M. Stoppani, vieille déjà de deux ou trois ans, et les nouvelles erreurs d'appréciation et de conclusion

(1) *Das Alter der Au-Nagelfluh (De l'âge du Nagelfluh de l'Au, près de Zurich),* par le professeur Charles Mayer *(Vierteljahrschrift der Naturforsch. Gesell. in Zürich,* séance du 2 août 1875).

qui en ont été la conséquence, ayant leur source principale dans le fait que la connaissance des étages tertiaires supérieurs, quoique très-avancée quant à leur paléontologie, est encore assez en arrière en ce qui concerne leur composition stratigraphique, et, d'un autre côté, le fond du débat roulant justement sur ces distinctions stratigraphiques, il me paraît utile, avant d'aborder l'explication naturelle des deux faits dont il s'agit ici plus particulièrement, de donner un aperçu des niveaux généraux ou couches dont se composent les deux derniers étages tertiaires, en reconstruisant ces niveaux à l'aide des faits de superposition les mieux connus ou les plus évidents. Voici donc, tout d'abord, cette répétition de chronologie suprà-néogénique.

L'étage pliocène ou astien se subdivise, dans le Midi de l'Europe comme dans le Nord, en deux sous-étages, qui se distinguent l'un de l'autre, non-seulement par la nature de la roche et la composition de la faune, mais souvent même par une distribution géographique assez différente.

Le sous-étage inférieur (Astien I ou couches de Tabbiano) est, dans le Midi, constamment constitué par des marnes argileuses, de couleur bleu-cendré, dans lesquelles sont quelquefois intercalés des bancs, presque toujours très-minces, de sable argileux de la même couleur ou un peu plus foncés. Ces marnes pliocènes inférieures sont caractérisées, tout comme les marnes bleues miocènes supérieures ou tortoniennes, par une faune essentiellement composée de Gastéropodes et dans laquelle dominent les individus de nombreuses espèces du genre *Pleurotoma*. En outre de ce cachet, l'Astien I du Midi possède encore un grand nombre d'espèces caractéristiques, soit d'une manière absolue, soit par leur abondance en opposition à leur rareté dans le sous-étage supérieur. Ces espèces, singulièrement constantes sur tout le pourtour du bassin, sont principalement :

Ostrea cochlear, Poli, var. *navicularis*,
Spondylus concentricus. Bronn,
Pecten duodecim-lamellatus, Bronn,
— *spinulosus*, Goldf.,
Trigonocœlia aurita, Brocc. *(Arca)*,
— *Bronni*, May.,
— *condita*, May.,
— *Semperi*, May.,
Leda concava. Bronn *(Nucula)*,
Pecchiolia argentea, Brocc.,
Lucina Bronni, May.,
Cardium cyprium, Brocc. *(Venus)*,
Dentalium inæquale, Bronn,
— *tetragonum*, Brocc.,
— *triquetrum*, Brocc.,
Turritella subangulata, Brocc. *(Turbo)*,
Scalaria lamellosa, Brocc. *(Turbo)*,
— *retusa*, Brocc. *(Turbo)*,
Mathilda quadricarina, Brocc.,
— *Brocchii*, Semp.,
Solarium millegranum, Lam.,
— *moniliferum*, Bronn,
Discohelix Zancleensis, Phil.,
Turbo fimbriatus, Bors.,
Trochus Paulucciæ, May.,
Xenophora testigera, Bronn *(Trochus)*,
Natica Dillwyni, Payr.,
Cancellaria Bonellii, Bell.,
— *costellifera*, Sow.,
— *mitriformis*, Brocc. *(Voluta)*,

Cancellaria serrata, Bronn,
— *spinulosa*, Brocc. *(Voluta)*,
Fusus crispus, Bors.,
Triton Apenninicum, Sassi,
Murex Constantiæ, Anc.,
— *Jani*, Doderl.,
— *rotifer*, Bronn,
— *spinicosta*, Bronn,
Anura inflata, Brocc. *(Murex)*,
Pleurotoma bracteata, Brocc. *(Murex)*,
Pleurotoma crispata, Jan,
— *modiola*, Jan,
— *rotata*, Brocc. *(Murex)*,
— *Serventii*, May.,
— *sigmoïdea*, Bronn,
Ficula undata, Bronn *(Pirula)*,
Buccinum Emilianum, May.,
— *Italicum*, May.,
— *polygonum*, Brocc.,
Marginella auris-leporis, Brocc. *(Voluta)*.

Les marnes ainsi caractérisées forment partout, en Italie, la masse de l'étage pliocène. Dans le Montferrat, dans l'Émilie, en Toscane et dans le Sud de la Basilicate, elles ont toujours plus de cent mètres d'épaisseur, et elles atteignent à Bacedasco, près de Plaisance, au moins 300 mètres, pour les dépasser de beaucoup, d'après M. Stoppani, sur un point que je ne connais pas (1). Le long des Alpes au contraire, à Cossato, Borgomanero, Varèse et Pontegana, de même que sur la côte de la Méditerranée, à Gênes, Savone, Vintimille, Villefranche et Biot, leur puissance est comparativement faible et ne dépasse pas quinze mètres. Partout, néanmoins, elles sont typiques, comme roche et pour la faune, et tout le monde est d'accord pour leur assigner le niveau pliocène inférieur.

Dans le Nord de l'Europe, l'Astien inférieur est certainement représenté (2) par le dépôt récemment découvert de sables argileux noirâtres de Langenfelde, près de Dantzig, sables dont la faune extrêmement riche en individus a été étudiée par MM. O. Semper et Wiechmann. La liste ci-dessous, établie d'après la série d'espèces de Langenfelde que m'a envoyée M. Wiechmann, ne laisse en effet aucun doute sur l'âge de ces sables, surtout si l'on remarque le grand nombre d'espèces propres à l'Astien inférieur, ou tout au moins l'abondance en individus de celles qui le caractérisent par leur profusion :

Pecten septem-radiatus, Müll.,
Trigonocœlia aurita, Brocc. *(Arca)*,
Astarte radiata, Nyst,
— *vicina*, Semp.,
Isocardia cor, Lam.,
Dentalium floridum, Phil.,
Turritella du groupe du *T. communis*,
— *subangulata*, Brocc.,
Natica Dillwyni, Payr.,
— du groupe du *N. helicina*,
Cancellaria lyrata, Brocc. *(Voluta)*,
Fusus crispus, Bors.,

(1) J'ignore en effet où M. Stoppani a pu prendre les mille mètres qu'il donne à l'Astien inférieur (p. 9).

(2) Pour des raisons toutes de paléontologie, je considère, jusqu'à nouvel ordre, le Crag corallin d'Angleterre et le Crag noir d'Anvers comme mio-pliocènes ou messiniens.

Fusus distinctus, Beyr.,
— *eximius*, Beyr.,
— *Meyni*, Semp.,
— *semiglaber*, Beyr.,
Pleurotoma cataphracta, Brocc. (*Voluta*),
— *intorta*, Brocc. (*Voluta*),
— *modiola*, Jan,
Pleurotoma rotata, Brocc. (*Voluta*),
Conus antediluvianus, Brug.,
Chenopus Uttingeri, Risso (*Rostellaria*),
Cassidaria echinophora, Lam.,
Cassis saburon, Lin. (*Buccinum*),
Voluta Bolli, Koch.

Il est donc bien établi que sur la côte germanique de l'ancienne Mer du Nord, l'Astien inférieur existe avec un faciès paléontologique très-facilement reconnaissable et suffisamment distinct de celui du Crag corallin et du Crag rouge de la côte anglaise.

Passons maintenant à l'Astien supérieur.

Le second sous-étage pliocène est, comme on sait, principalement constitué, dans le Midi, par des sables généralement jaunes, dont la faune se distingue, pour qui l'a vue en place, par le grand nombre d'espèces et d'individus de coquilles bivalves qui la composent, espèces dont les trois quarts peut-être manquent plus ou moins complétement dans le Pliocène inférieur, tandis que, au contraire, près de la moitié des Gastéropodes de ce dernier terrain font défaut dans la nouvelle faune.

En général, et si l'on prend ce second sous-étage sur certains points, tels qu'à Biot près d'Antibes, à Cassano près de Novi, à Massérano près de Bielle, ou même dans l'Astésan et le Haut-Montferrat, il semble que ses sables recouvrent d'une manière assez brusque les marnes pliocènes inférieures, et, dès lors, on le considérerait volontiers, à son tour, comme un tout indivisible. Si cependant l'on étudie un plus grand nombre de localités, et que l'on visite enfin celles du Plaisantin qui ont rendu les faunes pliocènes si célèbres, l'on s'apercevra que tout le sous-étage pliocène supérieur n'est pas formé uniquement par des sables, mais qu'il commence souvent par des assises marneuses, de couleur bleue, à peine distinctes des marnes bleues sous-jacentes par leur nature un peu moins argileuse, mais très-différentes en dernier chef par leur faune, à laquelle manque tout à coup la moitié des espèces de Gastéropodes des marnes bleues, et où surgissent, en même temps, en abondance, la plupart des bivalves des sables supérieurs. La présence de ces assises intermédiaires sur des points très-éloignés, tels que les environs de Perpignan, Auletta et Picerno près de Potenza, les environs de Sienne, de Sassuolo et de Bologne, et leur puissance assez considérable dans le Plaisantin (environ 30 mètres à Lugagnano) conseillent au géologue de tenir compte d'elles dans le cadre stratigraphique; je les ai donc naguère séparées sous le nom de *couches de Lugagnano* ou *Astien moyen*, et, tout en leur refusant aujourd'hui,

surtout au point de vue paléontologique, la valeur d'un sous-étage, je les distingue dans mes collections par le terme plus exact d'*Astien* II *a*, qui signifie Pliocène supérieur, partie inférieure.

Les espèces de coquilles communes dans ces marnes bleues sont si abondantes que la liste en serait interminable. Je répète donc seulement que ce sont, en général, les mêmes que dans les sables jaunes, à l'exception, principalement, des formes suivantes, qui manquent ou sont fort rares dans ceux-ci :

Pecten cristatus, Bronn,
Pectunculus inflatus, Brocc. *(Arca)*,
Nucula Placentina, Lam.,
Cardita elongata, Bronn,
Venus Brocchii, Desh.,
— *Brongniarti*, Bronn,
— *multilamella*, Lam. *(Cytherea)*,
Tapes Brocchii, May.,
— *Bronni*, May.,
Lutaria latissima, Desh.,
Gadus coarctatus, Lam. *(Dentalium)*,
Dentalium fossile, Lin.,
— *Jani*, Hœrn.,
Turritella tornata, Brocc. *(Turbo)*,
— *subangulata*, Brocc. *(Turbo)*,
Scalaria lanceolata, Brocc. *(Turbo)*,
Solarium simplex, Bronn,
Xenophora crispa, Kœn. *(Trochus)*,
Natica helicina, Brocc. *(Nerita)*,
— *Guillemini*, Payr.,
— *neglecta*, May.,
Cancellaria lyrata, Brocc. *(Voluta)*,
— *mitriformis*, Brocc. *(Voluta)*,
Murex funiculosus, Bors.,
Tiphys fistulosus, Brocc. *(Murex)*,
Fusus mitriformis, Brocc. *(Murex)*,
Pleurotoma dimidiata, Brocc. *(Murex)*,
— *intermedia*, Bronn,
— *monilis*, Brocc. *(Murex)*,
— *oblonga*, Brocc. *(Murex)*,
Conus antediluvianus, Brug.,
Chenopus Uttingeri, Risso *(Rostellaria)*,
Halia Priamus. Meusch *(Helix)*,
Cassidaria echinophora, Lin. *(Buccinum)*,
Columbella nassoïdes, Grat.,
— *subulata*, Brocc. *(Murex)*.

Les marnes à *Turritella tornata* manquent complétement sur les côtes provençale, niçoise et ligurienne, de même que le long des Alpes, aux environs de Bielle, de Borgomanero, de Varèse et de Côme. Même dans l'Astésan, elles font défaut sur les bords du bassin (Chieri, Castelnuovo, Cassine, au sud d'Alexandrie) et sont réduites, dans son milieu, à quelques mètres, qui forment la base des sables jaunes. Quant à ceux-ci, ils n'existent, je crois, sur la côte nord-méditerranéenne qu'à Banyuls-lès-Aspres, à Biot et à Nice, et le long des Alpes qu'à Massérano, à Borgomanero et, à l'état remanié ou recouvert par le Quaternaire, au sud de Varèse et de Côme. Dans l'Astésan et même dans le Plaisantin, ils ne sont nulle part fort puissants, et je ne leur donne qu'une trentaine de mètres au maximum (Monte Zago près de Plaisance).

Si, comme tout porte à le croire, les marnes bleues à *Buccinum limatum* du Bosc-d'Aubigny (Manche) sont pliocènes inférieures, le second sous-étage astien formera dans le Nord un tout indivisible,

constitué par le Crag rouge de Norfolk et d'Anvers, et montrant ainsi l'extension qu'avait la Mer du Nord à ce moment de l'âge pliocène. Malgré l'importance du fait pour la synchronisation des dépôts qui leur succèdent, je n'insiste pas sur l'égalité d'âge du Red Crag et des sables de l'Astésan; le synchronisme des deux dépôts est en effet évident et depuis longtemps établi, et personne, je pense, ne songera à le nier, pour éviter les conséquences qui en découlent.

La constitution de l'étage astien dans les deux bassins pliocènes de l'Europe étant ainsi bien fixée, voyons maintenant quelle doit être celle de l'étage quaternaire ou saharien, qui lui succède, et, en premier lieu, quels sont les dépôts principaux qui, dans le Nord comme dans le Sud, forment la base de ce nouvel étage.

Grâce aux ouvrages de Lyell, il est depuis longtemps établi qu'au Crag rouge de Norfolk succède, en Angleterre, un nouveau dépôt marin, le Crag à Mammifères ou de Norwich, caractérisé, en outre des ossements de Pachydermes qui y abondent en certains lieux, par une faune presque complétement récente et septentrionale; et qu'à Cromer ce troisième Crag fait (latéralement) place à des assises d'eau douce, renfermant la célèbre *forêt fossile* et, avec elle, une très-grande quantité d'ossements de Pachydermes, parmi lesquels dominent ceux de l'*Elephas meridionalis*, du *Rhinoceros leptorhinus* et de l'*Hippopotamus major*. Or, si Lyell, désireux d'élargir le cadre insuffisant de sa trilogie tertiaire et oublieux des bases paléontologiques sur lesquelles elle était fondée, a laissé ces dépôts dans son groupe pliocène, il a au moins eu soin de les distinguer, sous le nom de Pleistocène, comme sous-groupe à part, en y réunissant même jusqu'aux graviers diluviens et au glaciaire des contrées subalpines (*Manuel de Géologie*, édition française, 1863, p. 186). Dans sa pensée donc, comme en fait, ces assises à *Elephas meridionalis* de l'Est de l'Angleterre ne sont pas le vrai Pliocène, mais quelque chose de plus récent ; et cette chose, la grande majorité des géologues est aujourd'hui d'accord pour la classer, comme assise première, dans l'étage quaternaire ou saharien, caractérisé, d'un côté, par des faunes marines d'espèces à peu près toutes récentes, et, de l'autre, par des faunes de Mammifères riches surtout en Éléphants et autres Pachydermes d'espèces qui ne vivent plus aujourd'hui. Cela étant, il s'en suit que tous ces dépôts d'eau douce du continent qui, soit par leur faune. soit aussi par leurs relations stratigraphiques, viennent se placer exactement sur le même niveau que ce Quaternaire inférieur anglais, les sables de Saint-Prest près de Chartres, le Pliocène d'eau douce du Piémont, les lignites de Leffé près de Bergame et le Sansino du Val d'Arno, doivent, eux aussi, être retirés de l'étage astien, pour venir former le premier sous-étage du Saharien.

Quant aux sables de Saint-Prest, s'ils sont indépendants sous le rapport stratigraphique, leur faune de Mammifères (*Elephas meridionalis* abondant, *Rhinoceros leptorhinus, Hippopotamus major, Cervus pectinatus?*, etc.) les identifie si complétement avec les couches inférieures de Cromer, et leur puissance est relativement si faible, qu'il ne peut exister de doutes sur leur âge exact (1). De même, les lignites de Leffé, qui eux aussi renferment les trois espèces de Pachydermes citées plus haut, ne sont-ils pas, par cela même, tout naturellement postérieurs aux sables marins pliocènes, et du même âge que le Crag supérieur? Voyons à présent comment se comporte le *Pliocène d'eau douce* du Piémont vis-à-vis de nos deux étages astien et saharien.

Le Pliocène supérieur (Astien II *b*) de l'Astésan est, comme on sait, tout marin, et il n'y existe nulle part une couche à faune d'eau saumâtre ou fluviatile, formant le passage latéral à un dépôt d'eau douce intercalé. Ce n'est, comme le prouve la continuation des sables jaunes dans la vallée de la Stura jusque vers le Pô supérieur, qu'après le retrait assez brusque de la mer qui déposa ces sables, que se formèrent, aux extrémités ouest et est de l'Astésan, deux bassins d'eau douce, dépendant du Pô supérieur et du Tanaro inférieur. Les sédiments de ces lacs ou marécages, appelés d'ordinaire le Pliocène d'eau douce par les géologues piémontais, — sédiments constitués par des alternances de marnes sableuses et de graviers ferrugineux ou de sables multicolores, et caractérisés, eux aussi, par les ossements d'*Elephas meridionalis*, de *Rhinoceros leptorhinus* et d'*Hippopotamus major* qu'ils renferment, — ne sont dès lors nullement parallèles aux sables jaunes marins, dont les trois quarts des limites étaient bien autrement solides, mais ils leur sont, tout au contraire, nettement superposés, là où leur ligne de contact est visible, comme je m'en suis assuré moi-même dans le Haut-Astésan, entre Chieri et Buttigliera, et dans la vallée du Tanaro, aux environs de Cherasco. De ces faits, précisés depuis longtemps par M. Gastaldi (2), il résulte encore une fois que ce n'est que par un abus de langage que l'on s'obstine à nommer pliocènes ces dépôts d'eau douce subastésans, et que c'est sur l'horizon exact et unique des couches inférieures de Cromer qu'ils doivent être placés, puisqu'ils ont la même position stratigraphique et la même faune que ces couches (3).

(1) Voyez *L'Homme fossile en France*, p. 94.

(2) *Cenni sui Vertebrati fossili del Piemonte (Mem. Accad. Torino*, t. IX, p. 45).

(3) Qu'il y ait eu quelque part, à l'ouest de l'Astésan, une ou plusieurs embouchures de rivière dans la mer pliocène supérieure, pour les eaux qui y descendaient des montagnes cunéennes et saluzziennes, cela est nécessaire; et que les *Mastodon Arvernensis* aient vécu près de ces embouchures, cela est tout naturel; mais ce qui

Reste le Sansino de Toscane, célèbre, entre tous les dépôts du même âge, par sa richesse en ossements, mais peu vanté des stratigraphes à cause de ses caractères mal définis. Est-il vrai, cette fois, que, par une exception singulière, la faune de Vertébrés de ce Sansino serait associée à des coquilles et à des plantes d'espèces éteintes, et appartiendrait ainsi au véritable Pliocène ou Astien supérieur? Eh bien, non! Il n'en est rien. C'est ce que l'étude stratigraphique des principales localités du Val d'Arno vient de me démontrer cette année, et c'est ce que je vais prouver ici, en m'aidant des faits mêmes relevés par les auteurs.

Le bassin d'eau douce tertiaire supérieur du Val d'Arno, entre Florence et Arezzo, s'est formé, comme on sait, au milieu de roches beaucoup plus anciennes, dans le courant de l'époque mio-pliocène ou messinienne, loin de la mer d'alors et dans un cirque de montagnes déjà arrondies et élevées. Ce bassin, long d'une quarantaine de kilomètres et large de huit à dix, était complétement clos vers le nord, du côté de Florence, et la rivière qui en sortait s'écoula de tout temps vers le sud-est, du côté du lac de Trasimène, jusqu'à l'époque relativement récente de la retraite des grands glaciers (1).

Les premiers dépôts de ce bassin d'eau douce, consistant en des argiles bleuâtres, plus ou moins micacées, détritus du Macigno des environs, occupent le bas de la vallée actuelle, de Rignano jusque vers Figline, et s'y développent sur à peu près quarante mètres de hauteur. Ils sont, sur cette ligne, caractérisés par le *Mastodon longirostris* (plutôt que le *M. angustidens*), qu'on y a trouvé en plusieurs endroits, notamment à Figline, et par la flore dite *des argiles brûlées*, identique à peu près à celle d'Œningen. A moins donc que la Paléontologie ne nous trompe, ces argiles appartiennent indubitablement à l'étage messinien et vraisemblablement au Messinien supérieur (2).

n'est pas possible, c'est qu'il y ait eu dans cette région un lac ou marécage d'eau douce, entre le pied des Alpes et la mer pliocène supérieure; car enfin, à ces deux bassins il aurait sans doute fallu une digue de séparation, et la plaine du Pô supérieur n'offre aucune trace de cette digue imaginaire. L'idée que le *Pleistocène* d'eau douce du Piémont pourrait être en partie synchronique des sables marins est donc complétement inadmissible.

(1) Cocchi, *L'Uomo fossile nell' Italia centrale*, p. 10; 1867.

(2) Gaudin et Strozzi, *Contrib. à la Flore foss. Ital.*, t. II, p. 20, 25, etc.; 1859. — Par sa position, le bassin d'Œningen vient se placer bien haut dans la Molasse supérieure, sinon même tout-à-fait au niveau d'Eppelsheim. Les argiles inférieures du val d'Arno, de leur côté, sont bien peu puissantes pour correspondre à la fois au Messinien moyen et supérieur, épais souvent de plus de cinq cents mètres en Suisse et en Piémont.

A ces argiles mio-pliocènes succèdent, sans limites marquées, mais en se développant vers l'est, des marnes de plus en plus sableuses et blanchâtres, entrecoupées de zones bleues, puissantes de cinquante à soixante mètres entre Figline et Pozzi, puis diminuant à leur tour vers le haut de la vallée, pour se perdre aux environs de Laterina sous les sables plus récents. C'est dans ces marnes sableuses qu'ont été recueillis, aux environs de Figline, quelques ossements du *Mastodon Arvernensis*, et c'est à ce même niveau que se trouvent les lignites de Pozzi et les plantes peu nombreuses des environs de San-Giovanni (Ravins dei Frati et de Monte-Carlo). Or, cette nouvelle série, la plus mal caractérisée de toutes, n'en correspond pas moins nécessairement aux parties inférieure et moyenne de l'étage astien, puisqu'elle est surmontée, comme nous allons le voir, par de nouvelles couches, pliocènes elles aussi. Notons en passant, que cette partie supérieure des marnes bleues n'a encore offert aucun ossement de provenance certaine, de la faune qui nous intéresse particulièrement (1).

Au-dessus de ces marnes blanchâtres, et alternant d'abord avec elles, commence, à San-Giovanni (Monte dei Frati, Monte-Carlo), une série d'environ vingt mètres de sables jaunes, plus ou moins argileux et ferrugineux, renfermant quelques minces bancs ou parties d'argile bleuâtre, avec traces de plantes, et, dans sa partie moyenne, une faunule, extrêmement riche en individus, de coquilles d'eau douce, toutes d'espèces éteintes et, sauf une qui est mio-pliocène (*Unio atavus*, Partsch), propres au niveau qui les contient (2). La position de ces sables jaunes, leur faunule d'espèces éteintes et leurs relations avec le dépôt certainement pliocène du Val di Magra prouvent qu'ils dépendent eux aussi de l'étage astien, et dès lors nous pouvons en toute sécurité les placer au niveau des sables marins pliocènes supérieurs, dont ils ont justement la couleur et la nature.

Ces premiers sables jaunes du Val d'Arno, authentiques et caractérisés par des coquilles, paraissent être beaucoup moins étendus que les autres assises. Ils forment une ellipse plus ou moins large autour de la vallée centrale, entre Incisa et Terranuova, pour se perdre à leur tour sous le Sansino ou, tout au moins, pour s'identifier avec lui, par leur nature et leur manque de coquilles et de plantes pliocènes, au-delà de Terranuova et de Monte-Varchi. A ma connaissance, l'on n'a encore trouvé aucun vestige de la faune à *Elephas meridionalis* dans ces sables pliocènes, soit au-dessous, soit au niveau des coquilles d'eau douce. Quant aux ossements qui ont pu être extraits de la partie

(1) Cocchi, *op. cit.*, p. 11 et 12.
(2) *Op. cit.*, p. 26.

supérieure, il me semble qu'ils peuvent fort bien provenir d'individus ayant vécu à l'époque du Sansino et qui seraient venus s'embourber et se noyer dans la vase pliocène du fond du marécage quaternaire, ou bien dont les ossements, entraînés par quelque courant dans ce marécage, se seraient, par l'effet seul de leur poids, enfoncés de quelques mètres dans cette vase à demi liquide. Il est donc encore permis de douter que l'*Elephas meridionalis* et les espèces caractéristiques qui l'accompagnent aient existé en Toscane dès l'époque pliocène supérieure, quoique, au fond, l'exception pour une ou deux espèces encore rares n'eût rien que de naturel, et que le fait, s'il était avéré, ne changeât absolument rien à l'ordre chronologique des dépôts astiens et sahariens.

Nous voici arrivés au Sansino. La roche typique ainsi nommée est un *conglomérat* à éléments assez menus, formé de *rognons et de concrétions d'argile*, de *petites concrétions ferrugineuses*, de *petits cailloux anguleux* de macigno et d'autres roches, et de fragments plus ou moins abondants d'os de Mammifères, le tout *traversé de veines et de parties de sable gris ou jaunâtre, très-micacé*, plus ou moins fin ou grossier, ou remplacé par une argile ferrugineuse qui rend la roche brune, compacte et pesante. Or le premier banc authentique de cette roche (n° II de la coupe de M. Cocchi, *op. cit.*, p. 12) est placé, à San-Giovanni comme ailleurs, à plusieurs mètres au-dessus des lits de coquilles ; il forme ainsi une excellente ligne de démarcation d'avec les sables pliocènes et constitue sans contredit quelque chose de nouveau et de tout différent (1).

A ce premier banc de Sansino, épais de 1 mètre 10 à 1 mètre 45, suivant les localités, succède une puissante alternance de sables, graviers et argiles multicolores : bruns, rougeâtres, jaunes, blancs, gris ou bleuâtres, presque toujours riches en mica, souvent à lits ou agglomérations de galets, et tantôt de nature sableuse, tantôt à constitution argileuse prédominante. C'est là la série du Sansino proprement dit, série puissante entre toutes, puisqu'elle atteint une centaine de mètres dans les vallées du Bicchieraja, de la Madonna et de Terranuova, mais souvent facile à confondre avec les sables pliocènes de dessous, là où elle est elle-même formée en majeure

(1) Non-seulement les paysans du Val d'Arno, à qui la chose est pardonnable, mais même les savants du pays confondent avec le Sansino des bancs de sables ou graviers agglomérés par de l'oxyde de fer hydraté, comme il s'en trouve plusieurs dans les sables jaunes pliocènes. C'est de cette confusion que provient l'erreur au sujet de l'âge du Sansino, comme c'est à elle que l'on doit de voir attribuer à celui-ci des plantes d'espèces éteintes, qui, de fait, se trouvent dans les lits argileux des sables pliocènes (Voyez Cocchi, *op. cit.*, p. 12, et Gaudin et Strozzi, *op. cit.*, p. 9)

partie de sables colorés, comme à Bucine et à Faella, et où ses premiers bancs sont cachés par la culture ou la végétation. Or c'est dans cette série supérieure que se trouve en abondance, et peut-être uniquement, la faune si remarquable des Vertébrés du Val d'Arno: avant tout, les restes de l'*Elephas meridionalis*, puis, en quantité plus ou moins grande, ceux du *Rhinoceros leptorhinus*, de l'*Hippopotamus major*, de l'*Ursus Etruscus*, de l'*Equus Stenoni*, du *Bos Etruscus* et de tous ces beaux cerfs : *Cervus dicranios*, *C. pectinatus*, etc., dont est fier le Musée de Florence. La chose est parfaitement certaine; elle est indiquée par les citations des auteurs (1); elle est presque toujours constatée par les renseignements des paysans; enfin, elle est corroborée par l'étude de la roche qui recouvre les ossements, roche tantôt *marno*-sableuse, bleuâtre et très-micacée, tantôt *marno*-ferrugineuse et brune ou noirâtre, et qui n'a rien à faire avec les *sables* jaunes ou ferrugineux du Pliocène proprement dit.

Tout en faisant les restrictions déjà énumérées et que commande la prudence, dans l'état encore un peu incertain de nos connaissances paléontologiques, nous pouvons donc, en dernier lieu, reconnaître qu'en Toscane, comme ailleurs, la faune à *Elephas meridionalis*, prise là où elle est riche en individus, est plus récente que l'Astien et appartient aux premières assises de l'étage suivant, c'est-à-dire au niveau que j'ai appelé *couches de Cromer* (2).

A la fin de ces explications un peu longues, j'ai le droit et le devoir d'abréger ce qui me reste à dire sur la composition de l'étage saharien. Je me bornerai donc à énumérer de nouveau les dépôts les mieux connus dont est constitué ce terrain, pour en venir plus vite aux conclusions de l'ordre géographique que l'on peut le plus aisément déduire des faits de stratigraphie établis.

Il est certain, en premier lieu, que les assises quaternaires caractérisées par la faune de l'*Elephas meridionalis* sont synchroniques du Glaciaire inférieur, constitué en Suisse par les restes de moraines inférieurs aux lignites d'Uznach et de Wetzikon, et dans le Nord par les sables de Grays-Thurrock et de Saint-Prest, qui contiennent des ossements striés à l'instar des blocs et cailloux glaciaires (3). En effet, d'un côté comme de l'autre, il n'existe entre ces premières strates

(1) Cocchi, *op. cit.*, p. 11 et s.; — Gaudin et Strozzi, *op. cit.*, p. 9, 15, etc.

(2) La florule connue de ce niveau, en dehors de la Toscane (Leffé, Chieri, Cromer, etc.), étant toute formée d'espèces actuelles ou extrêmement voisines d'espèces habitant encore les mêmes lieux, il s'agira de s'assurer de nouveau si les arbres des lignites du Sansino et les plantes que l'on peut trouver dans ses assises marneuses ont ce même cachet récent, ou s'ils font exception à la règle.

(3) *L'Homme fossile en France*, p. 103; 1861.

sahariennes et les dépôts du Saharien moyen caractérisés par la coëxistence des *Elephas antiquus* et *E. primigenius* et par la présence du *Megaceros euryceros* ou *Hibernicus*, aucune assise ou faune pouvant faire soupçonner une époque intermédiaire, et les rapports stratigraphiques et paléontologiques des deux sous-étages sont tout juste ce qu'il faut pour permettre de les réunir, comme assises successives, dans le même cadre ou terrain.

Quant au diluvium stratifié, que j'ai eu le tort de prendre pour type du Saharien moyen, en lui donnant le nom de *couches de Saint-Acheul*, on doit reconnaître qu'il n'est, comme le lœss, que le résultat nécessaire de l'immense développement des glaciers à l'époque saharienne supérieure, c'est-à-dire le produit des fleuves singulièrement agrandis qui découlèrent des glaciers durant leur phase d'envahissement, comme à leur apogée et pendant leur retraite. C'est donc au-dessous de ce diluvium et du lœss qu'il faut chercher le type du Saharien moyen, et nous trouvons ce type, dans toute l'Europe, dans les lignites et les tourbières à *Megaceros euryceros* et à *Elephas antiquus* et *E. primigenius* associés. Ce second sous-étage n'a, à vrai dire, qu'une importance médiocre, puisqu'il ne paraît dépasser nulle part quelques mètres d'épaisseur (1), et que sa faune de Mammifères ne lui est propre qu'en partie. Cependant, sa valeur comme sous-étage ne saurait être mise en doute, quand on songe que ses dépôts de lignites et de tourbes ont, à coup sûr, demandé bien des siècles pour se former, et quand on tient compte du temps qu'il a fallu aux premiers glaciers, dans les circonstances de température indiquées par la faune de l'*Elephas antiquus*, pour se retirer des vallées subalpines jusqu'à l'intérieur des montagnes, sur le versant nord de celles-ci.

Si, comme tout porte à le croire, la première invasion des glaciers, à l'époque saharienne inférieure, quoique d'assez longue durée, n'a guère été considérable, grâce au caractère encore tempéré du climat européen, et si elle n'a ainsi pu produire, dans les vallées du versant nord des Alpes et des Pyrénées, que des moraines relativement petites et, au-delà de celles-ci, que des dépôts fluviatiles restreints et peu puissants, destinés à être plus ou moins complétement détruits postérieurement, il nous faudra décidément admettre dans le troisième sous-étage saharien, et comme un tout indivisible, tous ces amas divers de la grande époque des glaciers : les immenses moraines subalpines et autres, les blocs erratiques qui en sont comme les jalons restants, le diluvium et le lœss qui leur correspondent nécessairement, les dé-

(1) Lyell, *L'ancienneté de l'Homme*, édit. allem., p. 166; 1861; — Cocchi, *op. cit.*, p. 41; — Heer, *Die Urwelt der Schweiz*. p. 484.

pôts des cavernes qui contiennent la faune caractéristique de l'époque (1), enfin, dans le Nord, en outre des moraines du pied des montagnes, le *till* et le *drift* anglais et l'erratique baltique, qui se sont déposés au fond de la Mer Glaciale d'alors, pendant les périodes d'affaissement et de nouvel exhaussement des contrées qui les possèdent (2).

Ainsi constitué, le Saharien supérieur est, sans contredit, de beaucoup le plus important des trois sous-étages quaternaires. En effet l'épaisseur de ses dépôts, prise soit dans les moraines successives ou principales des deux versants des Alpes, soit dans le lœss de la vallée du Rhin moyen, la richesse en individus de sa faune, le phénomène grandiose du sombrement et de l'exhaussement d'une partie du Nord de l'Europe et de l'Amérique, tout cela prouve qu'il représente une époque d'une durée hors de proportion. Cette durée étant importante à connaître pour les études préhistoriques, elle a déjà été évaluée par plusieurs savants, et l'on sait que M. Gastaldi ne l'estime qu'à mille ans, tandis que Lyell lui en donne jusqu'à cent quatre-vingt mille. Si le premier auteur fait certainement aller les choses beaucoup trop vite, — car comment les innombrables matériaux qui forment l'immense moraine d'Ivrée auraient-ils pu s'accumuler dans dix siècles? — le second les fait nécessairement aller beaucoup trop lentement, — car ni la faible épaisseur des dépôts marins de l'époque, ni l'immutabilité de leur faune, ni ce que nous savons de la faune de Mammifères d'alors, ni ce que l'on devrait attendre du développement intellectuel de l'Homme durant cette époque, ne cadrent avec cette évaluation fabuleuse. Je crois donc m'être tenu plus près de la vérité, en calculant à quinze mille ans la durée de la grande époque glaciaire, de la seconde sortie des glaciers jusqu'à leur rentrée dans les vallées alpines et pyrénéennes proprement dites (3). Que je sois allé, de mon côté, un peu trop loin, ce n'est pas impossible; mais pas assez loin, cela me paraît bien difficile à démontrer.

Par les détails stratigraphiques qui précèdent, j'espère avoir prouvé à ceux de mes confrères en Géologie qui en doutaient, qu'il existe de fait un étage astien ou pliocène, et un étage saharien ou quaternaire, parfaitement distincts et superposés. Je termine donc cette introduction au débat qui nous intéresse, par l'exposé des conclusions principales qu'il est permis de tirer de la distribution des couches astiennes

(1) *Elephas primigenius. Rhinoceros tichorhinus, Ursus spelæus, Felis spelæa, Hyæna spelæa, Bos primigenius, Equus caballus, Cervus elaphus, Homo sapiens* (var. *Engisiana*), etc.

(2) Voyez entre autres : Lyell, *Traité de Géologie* et *L'ancienneté de l'Homme.*

(3) *Das Alter der Au-Nagelfluh.*

dans le bassin de l'Éridan, pour en projeter encore plus de lumières sur les questions obscurcies qu'il va s'agir de débrouiller.

Quand la mer astienne envahit la plaine du Pô (1), elle s'avança, *de prime abord,* le long des Alpes jusqu'à Bielle, Borgomanero, Varèse et Côme, et pénétra par Chiasso et Pontegana dans le petit bassin de Balerna et, de là, au moins jusqu'au pied du Monte-Generoso, près de Lugano (où les marnes bleues astiennes inférieures, primordiales ou remaniées, sont coupées par le chemin de fer). Je dis et souligne *de prime abord,* parce que l'Astien inférieur augmente, comme nous l'avons vu, régulièrement de puissance du pied des Alpes, où il a tout au plus quinze mètres, par l'Astésan, où il en a jusqu'à cent cinquante, vers le Haut-Montferrat et le Plaisantin, où il atteint au moins trois cents mètres, tandis que ce serait nécessairement dans l'Astésan, au milieu du bassin du Pô, qu'il aurait le plus d'épaisseur, si la mer ne s'était avancée vers les Alpes qu'au milieu ou vers la fin de l'époque astienne inférieure. Cela étant parfaitement clair, quand on pèse toutes les raisons qu'il y a pour qu'il en ait été ainsi, et l'âge exact des marnes de Cossato, Borgomanero, Varèse et Pontegana étant certainement celui de l'Astien inférieur — (le *Pecten cristatus* ne se trouve jamais sans le *P. flabelliformis* dans l'Astien II *a;* l'*Ostrea navicularis.* le *Spondylus concentricus,* le *Pecten duodecim-lamellatus* n'y remontent jamais, d'après ma longue expérience), — il faut que la mer se soit retirée du pied des Alpes bien avant la fin de l'époque astienne inférieure, puisque ses dépôts n'atteignent pas ici le cinquantième de l'épaisseur qu'ils ont au pied de l'Apennin, et que, fussent-ils réduits des trois quarts par l'érosion, ce qui est certainement le maximum admissible, il est impossible qu'ils aient mis, comme ceux du Plaisantin, tout au moins vingt-cinq mille ans à se former (2).

Mais une fois en retraite, la mer astienne ne s'arrêta pas de sitôt, et loin de revenir à Bielle et à Varèse, au commencement de l'époque astienne supérieure, elle quitta même le Nord et le Sud du bassin d'Asti (nous avons vu que l'Astien II *a*, à *Turritella tornata,* manque à Castelnuovo et à Cassine et se trouve réduit à quelques mètres au

(1) L'unique et faible trace d'eau salée qui existe, dans le bassin du Pô, dans les assises mio-pliocènes (messiniennes) supérieures, consiste, à ma connaissance, dans des marnes à petites Cyrènes et Bucardes, accompagnant les lignites et poudingues, entre Villalvernia et Carrezzano, près de Tortone. Déjà, du reste, à l'époque des gypses ou du Messinien moyen, la mer éridanienne paraît avoir été bien restreinte et découpée en plusieurs bassins tout petits (Alice, Stazzano, etc.).

(2) Car alors il ne se serait déposé, non pas en pleine mer, mais sur la côte, dans des anses ouvertes, qu'un ou deux millimètres de vase par année, et chaque génération d'Huîtres ou de Peignes de la maigre faune de ces dépôts subalpins eût dû vivre un siècle ou ne venir que tous les cent ans s'y établir pour quelques années!

milieu du bassin), pour devenir plus profonde dans le Plaisantin et y déposer, au-dessus de l'Astien inférieur, jusqu'à trente mètres des nouvelles marnes que nous connaissons.

Enfin, après un laps de temps que l'on peut évaluer à dix ou quinze mille ans, au minimum, la mer revint à la charge et poussa de nouveau une pointe jusqu'à Massérano près de Bielle (1). Mais cette mer tardive trouva l'entrée du lac de Lugano barrée par les marnes bleues de l'époque précédente et par les accumulations fluviatiles qui s'étaient formées pendant sa longue absence. Peut-être surmonta-t-elle çà ou là ces obstacles, dans son premier élan, mais en tout cas ce nouvel envahissement du bassin de Lugano ne fut, s'il eût lieu, que de courte durée, puisqu'il n'a laissé aucune trace, et c'est beaucoup plus au sud, sur la ligne de Massérano à Borgomanero et Fino, que se trouvait le nouveau rivage (2).

Au bout d'une petite série de siècles (vingt ou trente me semblent suffire pour la formation des sables jaunes et de leur faune), pendant lesquels la température de la mer subalpine dût être bien voisine de celle de la Mer Rouge actuelle, à en croire les gros *Strombus coronatus*, les gros *Conus Mercatii* et *C. betuliniformis*, les gros Pleurotomes de types sénégalais, les grosses Cancellaires, les grands Fuseaux, les énormes *Artemis*, *Venus*, *Cytherea*, etc., eut enfin lieu le phénomène géologique qui, d'une part, chassa la mer de tout le bassin du Pô, et, de l'autre, amena les glaciers jusque dans les vallées du revers nord des Alpes et au moins jusqu'au bas des pentes de leur versant sud. Ce fut le commencement de la période saharienne.

Tels sont, dans leurs traits les plus saillants, les phénomènes géologiques de la période pliocène qui ont eu lieu dans le bassin lombardo-piémontais, et dont l'ordre chronologique et la durée énorme vont nous guider dans notre appréciation des faits ambigus de Balerna et de Fino.

II. *Localité de Balerna.*

Le petit bassin des tuileries de Balerna, élevé d'une vingtaine de mètres au-dessus du lac de Lugano, est entouré de toutes parts par des roches plus anciennes que l'Astien, sauf au nord, où il s'ouvre sur le lac, et au sud-sud-est, vers Côme, où il est barré par le Glaciaire et repose sur les marnes bleues astiennes primordiales. Il forme ainsi un recoin isolé, séparé de la Breggia, qui passe à Pontegana et à Chiasso

(1) Comme on sait, il y a là quatre à cinq mètres de sables bleus, très-riches en coquilles de l'Astien II *b*.

(2) Voyez la Carte géologique du Piémont par M. A. Sismonda.

et se jette dans le lac de Côme, par la montagne de Balerna même et par les moraines qui contournent le pied sud de cette montagne et que traversent obliquement la grand'route et le chemin de fer.

Le fond de ce petit bassin est occupé par trois ou quatre mètres (puissance visible) d'argiles bleues, très-micacées, de même couleur, quand elles sont humides, que les marnes astiennes inférieures, ce qui prouve incontestablement que la première mer astienne avait, elle aussi, envahi ce recoin et y avait déposé sa vase. Au beau milieu de ces marnes, et un peu au-dessus du fond le plus bas des tuileries, se trouvent çà et là enfouis quelques blocs erratiques, d'environ un demi-mètre cube, parfaitement anguleux, striés en partie, bref tout à fait normaux. Un peu plus haut, en général, apparaissent, dans les tranchées ou talus de ces marnes, des cailloux arrondis ou anguleux, plus ou moins fortement striés, assez nombreux vers le haut et à mesure que les marnes deviennent plus jaunâtres. Puis viennent çà et là, sans limites précises, des amas de cailloux glaciaires, plus ou moins englobés dans les dernières marnes, et enfin, par-dessus, comme on peut le voir le long du chemin de fer, de grandes moraines, d'un aspect un peu particulier. Or, toutes ces couches glaciaires, — à partir, bien entendu, de celles qui contiennent les premiers blocs et cailloux striés, — sont si parfaitement reliées par des passages, qu'il saute aux yeux qu'elles appartiennent toutes à la même époque, de sorte que si les marnes à cailloux sont marines et astiennes inférieures, les cailloutis qui leur font suite, et les moraines qui occupent tout juste les mêmes emplacements demi-circulaires que les marnes à cailloux, le sont aussi. Tous ces dépôts de Balerna seraient donc extrêmement anciens ; ils auraient l'âge de l'Astien et du Saharien réunis, c'est-à-dire au moins quarante mille ans. Depuis lors il ne se serait passé, dans ce petit bassin, aucun phénomène géologique de quelque importance, et l'époque des grands glaciers, en particulier, n'y aurait laissé aucune trace.

L'invraisemblance de pareils résultats étant par trop forte, cherchons une nouvelle explication, et, à cet effet, étudions encore une fois et un peu mieux notre petit bassin.

Les argiles sableuses de Balerna, exploitées dans sept ou huit tuileries, ont bien, au premier abord, l'aspect des marnes astiennes, mais en les examinant avec plus d'attention, l'on reconnaît qu'elles se distinguent éminemment de celles de Varèse (Folla d'Induno) et de Pontegana, par plusieurs caractères essentiels. Ces dernières marnes, quoique singulièrement exposées à l'humidité, sont *très-compactes, dures, sèches, très-homogènes,* et il est fort facile d'en tailler des échantillons. Elles contiennent, surtout à leur base, d'assez nombreux

fossiles, mais, cela va sans dire, elles n'ont pas encore offert de cailloux striés. Les marnes de Balerna, au contraire, sont *tendres et pâteuses*, même au beau milieu de l'été. Séchées, *elles se désagrégent en feuillets contournés, se fendent dans divers sens et finissent par tomber en morceaux et en poussière*. Elles sont déposées *en petits lits, alternativement bleus et argileux, et un peu jaunâtres et plus terreux*. Bientôt ces fines bandes jaunâtres dominent et deviennent tant soit peu sableuses, de telle sorte qu'à un mètre du sol la marne est *uniformément jaunâtre* et alors *identique avec les argiles quaternaires* des nombreuses tuileries que je connais le long de l'Apennin, à Stazzano, Tortone, Plaisance, etc. Enfin cette marne bleue et jaune contient, dans plusieurs des tuileries de Balerna, un grand nombre de petites concrétions et de petits tuyaux annelés, formés par des infiltrations à travers les bandes sableuses, concrétions que je n'ai jamais rencontrées dans les marnes bleues astiennes, tandis qu'elles abondent dans les marnes quaternaires, par exemple dans celles des grandes tuileries de Zurich.

Mais les fossiles, dira-t-on! Des fossiles, *les marnes exploitées aux tuileries de Balerna n'en contiennent pas trace!* Et vu leur nature pâteuse, il est, en particulier, *complétement impossible* qu'un Spatangoïde bien conservé puisse en provenir! J'ai donc le regret d'annoncer que ce n'est que par suite d'une bien malheureuse confusion de ces marnes des tuileries avec les marnes voisines, du bord de la Breggia, sous Pontegana, que MM. Stoppani et Desor ont cru que les premières renfermaient des fossiles. Encore une fois, il n'en est rien.

Sans doute, les marnes de Pontegana sont parfaitement marines et astiennes inférieures, puisqu'elles contiennent d'assez nombreux échantillons de l'*Ostrea navicularis* et du *Pecten cristatus*, associés à d'abondants *Brissopsis Pecchiolii* (1); mais, je le répète, elles affleurent à près de dix minutes des tuileries et sont inférieures au sol de celles-ci d'au moins dix et peut-être vingt mètres.

Mais alors, ces marnes pâteuses, bleues, puis jaunâtres, des tuileries de Balerna, avec leurs blocs et cailloux striés, ne sont ni marines ni astiennes? Sans doute; elles ont tout simplement été déposées, à l'époque saharienne supérieure, par le remous d'un courant qui, n'ayant trouvé sur son chemin et dans le bassin de Balerna que des marnes bleues astiennes et des calcaires marneux bleus, jurassiques et crétacés, à délayer, a nécessairement déposé dans l'anse des tuileries des marnes de la même couleur. Puis, les grands glaciers s'approchant, ce courant a amené des glaçons portant des blocs et

(1) J'ai trouvé moi-même huit exemplaires de cette espèce en une heure de temps.

des cailloux striés, glaçons qui, en fondant d'un hiver à l'autre, ont laissé tomber leur charge dans la vase. Enfin, le glacier est venu, par-dessus le col de Balerna, jusqu'au lac qui remplissait alors notre petit bassin (1).

En résumé, tout ce que l'on observe aux tuileries de Balerna et le long du chemin de fer, jusque près de Mendrisio, a son explication naturelle et parfaite dans ce que nous savons depuis longtemps de l'époque des grands glaciers. M. Stoppani aurait donc bien fait de comparer avec plus de soin les marnes à cailloux striés et les marnes astiennes typiques, et de s'assurer que les premières ne contiennent aucun fossile marin, avant de bâtir dessus un véritable château de cartes.

III. *Localité de Fino, dite Bernate.*

Le gisement de Fino, découvert il y a deux ans et devenu aujourd'hui si célèbre, consiste, pour le moment, en une butte allongée, haute de quatre à cinq mètres, là où elle est entamée. Cette butte est formée de gros cailloux roulés, de gros graviers et de sable plus ou moins grossier, et tient ainsi à la fois d'une moraine, d'un dépôt diluvien et de l'amas caillouteux d'un rivage peu tranquille.

La célébrité de ce dépôt lui vient, comme on sait, de ce qu'il offre, particulièrement vers la base, un assez grand nombre de coquilles marines astiennes, plus ou moins bien conservées, enfouies dans le sable, pêle-mêle avec les blocs céphalaires et les galets de toute grosseur, et mélangées avec d'assez fréquents cailloux plus ou moins distinctement striés de la manière que l'on sait. Or, comme au loin toute la contrée environnante a un franc cachet morainique; comme, en d'autres termes, il n'est pas douteux que les glaciers ne se soient, un jour, avancés jusqu'à Fino et plus loin vers Milan, et comme une grande partie des coquilles que l'on recueille dans notre butte est trop bien conservée pour qu'elle ait pu être amenée de loin, M. Stoppani, et M. Desor après lui, en ont conclu que la mer et les glaciers s'étaient rencontrés en cet endroit à l'époque astienne; et voilà comment la théorie pliocéno-glaciaire a été fondée!

Ayant moi-même pris une part involontaire à la propagation de cette théorie, en déterminant et appréciant les fossiles de Fino que M. Desor m'avait communiqués, on me permettra de me disculper ici de la part d'erreur qui est à ma charge, en indiquant la manière dont cette erreur s'est produite.

(1) En effet, la grande moraine que le chemin de fer coupe entre Chiasso et Balerna, est nettement stratifiée, et ses couches de sables et de galets sont en pente raide ce qui prouve, à mon avis, qu'elle s'est déposée dans l'eau.

Après avoir étudié avec soin les cent et quelques individus de Gastéropodes que M. Desor m'avait envoyés, je n'hésitai pas à reconnaître en eux une faune astienne; seulement, n'ayant aucune idée des localités de Balerna et de Fino, et trompé par les morceaux de marne bleue, à *Pecten cristatus*, de Pontegana, qui étaient joints à l'envoi, autant que par le fait fortuit que tous les fossiles de Fino étaient des Gastéropodes, voire même qu'il y avait parmi eux le *Dentalium inæquale*, le *Natica Dillwyni*, le *Chenopus Uttingeri*, le *Buccinum Italicum* (*costulatum*, Brocc., *non* Ren.) et le *Columbella tiara*, toutes espèces que je ne connais point de l'Astien supérieur (Astien II *b*, couches d'Andona), je me laissai entraîner à conclure que la nouvelle localité appartenait à l'Astien inférieur, et je n'exprimai pas assez hautement mes doutes sur la primordialité de ce gisement singulier. Aujourd'hui que j'ai tout vu par moi-même et que j'ai eu le temps de réfléchir sur l'énigme, j'ai hâte de rétracter mon affirmation et de donner l'explication naturelle des faits compliqués que l'on observe à Fino.

Ce qui frappe tout d'abord le géologue qui se met à étudier ce gisement, c'est la manière dont y sont enfouies les coquilles. Tous les géologues qui ont récolté dans les sables astiens de la Haute-Italie savent que les fossiles y sont répartis avec un certain ordre, plus ou moins banc par banc : ici les espèces les plus grosses, là les tout petits individus; ailleurs les bivalves, ailleurs encore les Gastéropodes. On acquiert vite l'expérience que les sables jaunes, pas plus que les marnes bleues, ne renferment nulle part des bancs tant soit peu épais formés de gros éléments, et on se rend facilement compte de ce fait, en réfléchissant que l'étroite mer éridanienne, avec ses golfes et ses bras, a dû avoir un caractère éminemment pacifique.

Or, que voit-on au contraire à Fino? On est tout étonné de voir que les coquilles sont enfouies dans le plus grand désordre, au milieu d'innombrables blocs et galets; qu'elles y sont, pour ainsi dire, jetées par pelletées, irrégulièrement réparties, et correspondant à la grosseur des cailloux ou du sable, tandis que quelques filons ou recoins de sable plus fin ne recèlent, à leur tour, que des coquilles toutes petites. Mais ce qui frappe le plus, c'est de trouver, à côté de coquilles parfaitement conservées, une quantité beaucoup plus grande d'individus roulés ou brisés, ou même réduits en fragments. Comment expliquer ce chaos persistant, si fort en opposition avec les autres gisements astiens et particulièrement avec celui de Massérano, qui appartiendrait pourtant au même rivage? Évidemment la chose est impossible, tant qu'on s'en tient à l'idée que l'on a devant soi un dépôt marin. En effet, pourquoi les marnes et les sables astiens ne présentent-ils nulle part de traces de l'agitation des eaux qui auraient accumulé cinq mè-

tres de galets et de blocs arrondis sur un certain point de la côte lombarde? — Première contradiction des faits et de la théorie pliocéno-glaciaire. — Mais continuons nos investigations.

La faune de Fino, représentée actuellement par une centaine d'espèces, est, comme on sait, évidemment astienne, et elle offre déjà, en particulier, un bon nombre de ces espèces éteintes ou vivantes, de types tropicaux, qui différencient si fort cette faune pliocène de la faune méditerranéenne actuelle (*Dentalium inæquale, D. sexangulare, Turritella vermicularis, Nerita Emiliana, Murex spinicosta, Pleurotoma interrupta, P. intorta, P. dimidiata, Conus antediluvianus, C. Mercatii, C. ponderosus, Strombus coronatus, Terebra fuscata, T. acuminata, T. pertusa,* etc.). Or, pour qui connaît les faunes astiennes d'Italie et qui sait, par conséquent, qu'elles indiquent avec certitude une température des eaux, non pas égale à celle des mers de l'Europe actuelle, mais, pour le moins, comparable à celle de la Mer Rouge, l'idée que d'immenses glaciers venaient, de trois côtés, fondre dans le bras de mer subalpin, est tout ce qu'il y a de plus inadmissible; car l'effet de tous ces glaciers eût nécessairement été de ramener à près de zéro la température de ce petit bras de mer et d'y empêcher ainsi tout développement de la vie animale.— Deuxième contradiction des faits avec la théorie.

Mais nous avons bien d'autres faits à opposer à la nouvelle théorie. Quand on passe en revue une collection des fossiles de Fino, l'on est, comme je l'ai dit, surpris de voir que, sans raisons apparentes, une partie de ces coquillages est dans un fort bon état de conservation, tandis que les autres sont plus ou moins roulés, décortiqués ou brisés, et qu'enfin un bon nombre ne consiste plus qu'en fragments anguleux ou usés au plus haut degré. Or, quand on a présente à l'esprit la constitution si normale des deux faunes astiennes du Midi de l'Europe, on est frappé du fait que ce sont justement les espèces communes dans les sables astiens supérieurs (*Dentalium sexangulare, Cerithium vulgatum, Triton affine, T. doliare, Chenopus pes-pelecani, Buccinum clathratum, Columbella scripta,* etc.) qui sont si bien conservées ou si fraîches, tandis que toutes celles qui caractérisent l'Astien inférieur (*Dentalium inæquale, Turritella subangulata, Chenopus Uttingeri, Pleurotoma dimidiata, P. intorta, Conus antediluvianus, Columbella tiara,* etc.) sont aussi les moins fraîches et les plus souvent brisées aux extrémités ou par le milieu. Alors, plus on y réfléchit, plus la conviction devient intime, qu'il y a dans le dépôt de Fino un mélange de deux faunes distinctes, à savoir celle des marnes bleues astiennes inférieures et celle des sables jaunes beaucoup plus récents; et, comme tout prouve que les échantillons qui représentent la première faune

ont été amenés à Fino de loin, et non pas détachés et roulés sur place, on arrive d'un nouveau côté à l'idée d'un remaniement et d'un dépôt fluviatile.

Examinons à leur tour, avec un peu d'attention, les autres matériaux du tertre de Fino. Ce qui frappe tout d'abord, c'est que les plus gros cailloux, ceux de la grosseur de la tête, sont irrégulièrement mélangés aux autres de toute taille, sur toute la hauteur de l'escarpement. Cette répartition, à elle seule, démontre déjà que nous n'avons point affaire à une ancienne plage, où tout est rangé banc par banc, selon la force des vagues, mais bien à un dépôt fluviatile, d'origine violente ou successive. Nous trouvons ensuite, que presque tous ces galets, de tailles diverses, sont roulés et arrondis, même ceux qui contiennent des trous de Pholades et ceux qui sont striés de la manière que l'on sait. Cela prouve assurément qu'aucun de ces galets n'a été apporté directement et planté là par la glace, mais que tous ont subi un charriage ou tout au moins un remaniement vigoureux. Notons, en particulier, que parmi les nombreux cailloux striés, il n'y en a guère qui n'aient évidemment été roulés et usés après coup, nouvelle preuve qu'ils n'ont pas été déposés par un glacier dans le talus qui les contient. Enfin, quant au sable et au gravier mélangés avec ces innombrables galets, après ce que nous savons de la distribution des coquilles, nous n'avons plus besoin de constater qu'ils ont, eux aussi, un parfait faciès fluviatile et ne sont, à coup sûr, ni le produit d'un glacier fondu sur place, ni celui de vagues régulières. — Voici donc trois nouveaux faits en opposition avec la théorie que nous combattons.

Que faut-il encore ajouter pour parfaire notre démonstration par l'impossible ? Est-il besoin de relever une à une toutes les contradictions que rencontre l'idée d'une mer *pliocène-récente* dans l'orographie et la stratigraphie bien connues de la plaine nord-lombarde ? de montrer le manque et l'impossibilité d'une ligne de rivage à travers la plaine actuelle de Fino ? de relever le désaccord qui existe entre ce rivage supposé et la direction de notre colline du nord-ouest au sud-est ? de souligner enfin, qu'une mer lombarde récente impliquerait un exhaussement considérable de toute la plaine du Pô dans des temps quasi-historiques, c'est-à-dire à l'époque du Renne ? bref, de récapituler tous les faits qui démontrent que la théorie pliocéno-glaciaire est en contradiction flagrante avec la chronologie la plus notoire des terrains tertiaires supérieurs ? Non, sans doute ; cela est parfaitement inutile et ne serait que fastidieux. Je clos donc ici cette enquête, et je termine par la seule explication de tous les faits constatés à la butte de Fino, qui soit satisfaisante et complète, la seule, par suite, qui soit l'expression de la vérité.

La faune qui accompagne l'*Elephas meridionalis* en Lombardie et en Piémont, et particulièrement l'*Hippopotamus major*, contredisant l'hypothèse d'un grand froid et de l'extension des glaciers au pied sud des Alpes durant la première époque saharienne, il n'est plus douteux aujourd'hui que ce n'ait été qu'à la troisième époque que les glaciers s'avancèrent dans la plaine lombarde et s'y étendirent jusque bien au-delà de Fino. C'est donc dans le courant et à un moment donné de la grande époque glaciaire que se forma le dépôt en question, et c'est encore nécessairement sur le domaine propre du glacier qui débouchait par Côme, que se passèrent les phénomènes auxquels est due l'existence de ce dépôt. En effet le glacier le plus voisin, sur la droite, celui qui débouchait par Stabbio, n'a eu évidemment, grâce à la configuration de son propre domaine, ni la force ni la masse nécessaires pour refouler l'autre plus à l'est. Or, notre glacier, qui amenait, plus ou moins délayées et mélangées avec ses autres matériaux, de grandes masses de marnes astiennes inférieures, enlevées aux environs de Côme et vraisemblablement au pied sud de la montagne de Camerlata, en déposa une certaine partie, peut-être déjà réduite à des rognons et à des coquilles, le long de son flanc droit, c'est-à-dire dans la direction de Fino. Puis, arrivé aux sables astiens supérieurs, qui, par parenthèse, avaient ici le faciès d'un dépôt d'embouchure de torrent, il les ravina à leur tour, pour en mêler les éléments avec les roches et les fossiles qui lui restaient, et en former de nouveau une ou plusieurs moraines. Les premières moraines résistèrent apparemment à l'accumulation de la glace et à l'extension toujours croissante du glacier, non sans être plus ou moins tronquées et modelées, suivant les hasards de la marche de celui-ci, et les choses en restèrent là durant les périodes d'accroissement et de stationnement des glaciers. Vint enfin la période de débâcle. Alors, et à un moment donné, notre glacier, fondant, pour ainsi dire, à vue d'œil, d'un hiver à l'autre, donna naissance à des courants impétueux, qui ravinèrent de nouveau la contrée. L'un de ces courants, après avoir entamé çà et là le flanc des moraines latérales, et peut-être encore balayé le fond astien des environs, vint buter à Fino contre les restes puissants d'une moraine frontale, ou s'engagea entre deux masses de glace encore solides, et déposa ainsi, sur la ligne que nous savons, les masses remaniées qui constituent notre butte.

Tableau synoptique des terrains néogènes supérieurs.

ÉTAGES.	SOUS-ÉTAGES.	NORD DE L'EUROPE.	FRANCE.	SUISSE.	HAUTE-ITALIE.	VAL D'ARNO.
SAHARIEN (DILUVIUM).	III. Couches de St-Acheul.	Drift, Till, graviers et cavernes à *Ursus spelæus ;* moraines des Monts Grampians, etc.; erratique du Nord de l'Allemagne.	Diluvium gris et Lœss du Nord ; moraines des Vosges ; cavernes à *Ursus spelæus ;* moraines supérieures des Pyrénées, etc.	Blocs erratiques ; moraines supérieures ; graviers stratifiés, non agglomérés ; cavernes à *Ursus spelæus.*	Moraines ; graviers stratifiés, non agglomérés ; cavernes anciennes, etc.	Lœss, graviers et sables stratifiés des environs d'Arezzo.
	II. Couches de Dürnten.	Argiles à lits de lignite et sables marins alternants de Cromer ; dépôt d'eau douce de Runton, etc.	Lignites de Chambéry ?	Lignites de Mœrschwyl, Uznach, Dürnten, Wetzikon, etc.	Sables à *Megaceros euryceros* de Borgo d'Arena près de Pavie.	Argiles à petits lits de tourbe et à *Megaceros euryceros,* des environs d'Arezzo.
	I. Couches de Cromer.	Crag à Mammifères de Norwich ; forêt diluvienne de Cromer ; sables à *Elephas meridionalis* de Grays Thurrock, etc.	Marnes à *Elephas meridionalis* de Fontaine-Française, Bligny, Pouilly, etc., près Dijon ; tufs à *Rhinoceros Etruscus* et *Hippopotamus major* de l'Auvergne, etc.	Moraines inférieures et craie lacustre de Mœrschwyl, Uznach, Dürnten et Wetzikon.	Marnes d'eau douce sableuses et gravier ferrugineux, à *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros leptorhinus* et *Hippopotamus major*, de l'Est et de l'Ouest de l'Astésan.	*Sansino :* sables micacés, argileux ou ferrugineux, à *Elephas meridionalis*, *Hippopotamus major* et *Rhinoceros leptorhinus.*
ASTIEN (PLIOCÈNE).	II *b.* Couches d'Andona	Crag rouge ou de Norfolk, d'Angleterre et de Belgique.	Argiles et minerais de fer de Gray, Autrey, etc. (Haute-Saône), de Saint-Seine, Chevigny, Fauverney (Côte-d'Or); graviers à *Mastodon Arvernensis* de Cheilly (Saône-et-Loire) ; mollasse sableuse supérieure des environs de Lyon et de Trévoux.	Graviers agglomérés et caverneux de Schaffouse, Baden, l'Au, Baar, etc.	Sables marins jaunes (bleus à Massérano). — Marnes sableuses à *Turritella tornata*, du Plaisantin.	Sables jaunes, souvent argileux, à *Unio atavus*, *U. Etruscus*, *Anodonta Bronni*, *Neritina zebrina*, *Paludina ampullacea*, *P. Bronni*, *Nematurella ovata*, etc., dans leur partie moyenne.
	II *a.* Couches de Lugagnano.					
	I. Couches de Tabbiano.	Sables argileux noirs de aLngenfelde, près Dantzig.	Tufs de Meximieux ; calcaire d'eau douce de la Croix-Rousse à Lyon. — Marnes bleues de Biot, de Fréjus et de Nice.	Graviers agglomérés et caverneux de Wædenschwyl?, de Brongg?, de Bâle-Campagne ?	Marnes argileuses bleues à *Ostrea navicularis*, *Pecten cristatus*, *Turritella subangulata*, *Xenophora testigera*, etc.	Marnes blanchâtres, à zones bleues, à *Mastodon Arvernensis* et flore pliocène, des environs de Figline.

A la suite de cette communication, M. **de Mortillet** présente quelques observations à l'appui des conclusions de M. Mayer.

M. **Tournouër**, n'ayant pas été sur les lieux, ne peut entrer dans la discussion des faits; mais il lui est cependant difficile de ne pas appuyer les considérations d'ordre zoologique qui ont été indiquées par M. Mayer et par M. de Mortillet, sur l'impossibilité théorique d'admettre qu'une faune d'un caractère aussi chaud et aussi méridional que celui de la faune des marnes subapennines ait pu vivre dans un golfe où venait fondre un grand glacier, et même dans une mer où de grands glaciers un peu reculés auraient envoyé leurs eaux réfrigérantes.

M. Desor a cité à l'appui de son opinion les faits bien connus de la Nouvelle-Zélande, où les glaciers descendent très-bas jusqu'au milieu d'une végétation de Fougères arborescentes, et du Chili, où d'autres glaciers arrivent jusqu'à la mer par une latitude de 46 degrés, analogue à celle de Paris.

L'argument tiré de la végétation qui peut vivre à côté d'un glacier n'est pas très-topique, et les conditions de la vie végétale terrestre et de la vie animale marine ne peuvent pas se déduire absolument, dans ce cas-ci, les unes des autres.

Quant aux glaciers du Chili qui lancent jusque dans la mer leurs ice-bergs sous des latitudes semblables aux nôtres, M. Tournouër ne connait pas la faune locale de Mollusques qui vit précisément dans ces conditions et aux points cités; mais ce que l'on sait très-bien de la faune générale des côtes S. O. de l'Amérique dans cette province malacologique, c'est qu'elle a un caractère triste, froid et nullement tropical. Ce que l'on peut dire aussi avec certitude, c'est que si des glaciers descendaient sur nos côtes jusqu'à la Manche ou jusqu'à l'Atlantique, ils y rencontreraient une faune d'un caractère très-tempéré, qui n'est nullement comparable à la faune pliocène subapennine, et il est plus que douteux que cette faune même pût continuer à vivre dans les conditions nouvelles que lui ferait le débouché d'un glacier.

Pour raisonner par analogie, il faudrait pouvoir citer un glacier descendant jusque dans la Mer Rouge ou sur la côte du Sénégal, au milieu de la faune malacologique de ces régions qui est bien autrement comparable à la faune pliocène que celles de la Manche ou du Chili.

Le secrétaire donne lecture des notes suivantes:

Sur le **cailloutis** *de la* **Fuly** *et les* **sables à Buccins** *des environs d'*Heyrieu *(Isère),*

par M. F. **Fontannes.**

J'ai l'honneur d'offrir à la Société une étude stratigraphique et paléontologique intitulée : *Le vallon de la Fuly et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu* (*Isère*) (1).

Le faciès tout à fait exceptionnel du gisement de *Nassa Michaudi*, Thioll., de la petite vallée de la Fuly, près de Saint-Quentin (Isère), a donné lieu à de longues controverses (2), auxquelles les discussions engagées actuellement au sujet des stations de Cassina Rizzardi et de Balerna, près de Côme, donnent un regain d'actualité. J'ai donc pensé qu'une étude minutieuse des dépôts tertiaires et quaternaires du vallon de la Fuly, appuyée sur celle de quelques localités du Dauphiné où les mêmes terrains se présentent plus normalement, pourrait offrir un certain intérêt et aider à la solution des problèmes analogues.

Après avoir analysé les recherches antérieures et résumé en un tableau synoptique les principales classifications successivement adoptées jusqu'à ce jour pour les terrains tertiaires et quaternaires des environs de Lyon, j'ai donné une coupe très-détaillée des couches tertiaires qui affleurent à Tersanne (Drôme), la localité typique de l'horizon des *sables à Buccins* (Lory), dont il était indispensable de rapprocher le gisement controversé, puis j'ai cherché, dans le voisinage de ce dernier, une coupe assez nette pour ne donner prise à aucune erreur d'interprétation. Celle du plateau qui s'étend entre Vienne, Heyrieu et Sérézin m'a paru réunir ces conditions. J'y ai reconnu les couches suivantes :

Quaternaire.	1° Lehm. 2° Terrain erratique à gros blocs. 3° Alluvions anciennes.
Pliocène.	4° Mollasse calcaire et sables supérieurs à ***Mastodon dissimilis.***
Mio-pliocène.	5° Marne grise à Hélices. 6° Argile bleue et lignites (niveau de La Tour-du-Pin). 7° Marne argileuse, sable argileux, sans fossiles ? 8° Sables à ***Nassa Michaudi*** et ***Helix Delphinensis;*** nombreuses Auricules.

(1) *Ann. Soc. d'Agr. de Lyon*, juillet 1875 (Voir la *Liste des dons*).

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI et XX ; *Ann. Soc. d'Agr. de Lyon*, t. VII, etc.; Fournet, *Géologie lyonnaise*, p. 166 ; Lory, *Description géol. du Dauphiné*, p. 616.

Mio-pliocène (suite).	9° Sables ferrugineux et manganésifères, à concrétions et à aétites ; Buccins, Hélices, etc.
	10° Cailloutis quartzeux à ciment argileux ; couche très-localisée ; faune marine côtière sur certains points.
Miocène supérieur.	11° Mollasse et sables à *Terebratulina calathiscus.*
Substratum.	Terrain houiller, Micaschistes, Gneiss, Granite.

Dans les dépôts sableux n° 8, qui correspondent à ceux qui à Tersanne contiennent la faune marine caractérisée par les *Nassa Michaudi* et *Dendrophyllia Collongeoni*, j'ai recueilli les fossiles suivants :

Hipparion ?
Nassa Michaudi, Thioll., cc.
Melanopsis buccinoïdea, Fér., r.
Paludina sp. ?, rr.
Bithynia tentaculata, Lin., var. *minor*, cc.
Valvata vallestris, Font., r.
Helix Chaixi ?, Mich., c.
— *Collongeoni*, Mich., c.
— *Gualinæi*, Mich., c.
— *Delphinensis*, Font., cc.
— *Amberti*, Mich., c.
Clausilia sp. ?, r.
Limnæa Bouilleti ?, Mich., cc.
Planorbis Thiollierei, Mich., cc.
— *Heriacensis*, Font., c.
— *submarginatus*, Crist. et Jan, r.
Auricula Viennensis, Font., cc.
— *Lorteti*, Font., r.
Melampus Dumortieri, Font., r.
Cyclostoma ? Falsani, Font., r.
Dendrophyllia Collongeoni, Thioll., r.
Platanus aceroïdes, Gœpp., c.
Cornus.
Fruits de Conifères, c.

Or, la plupart de ces espèces, qui se présentent dans toute cette région au milieu d'un sable blanchâtre, siliceux, peu cohérent, ont été retrouvées par moi, dans les berges de la Fuly, au milieu du cailloutis à gros éléments qu'on a identifié avec le conglomérat bressan (*pars*). Cette observation peut conduire à des conclusions fort diverses. Cependant, par une série de coupes relevées dans le Bas-Dauphiné septentrional, je crois avoir établi la non-contemporanéité du dépôt des fossiles et des cailloux roulés, et prouvé le remaniement des premiers par les eaux qui ont charrié les seconds. J'ai même étendu cette manière de voir à un certain nombre de localités du Dauphiné, où, suivant moi, les conglomérats à débris de coquilles tertiaires ne forment qu'un placage étendu le long de collines sableuses auxquelles ils doivent, outre le ciment qui remplit les interstices des galets, les fossiles que l'on y rencontre.

Voici d'ailleurs les conclusions que j'ai posées à la fin de mon travail :

1° La station de la Fuly ne doit pas être considérée comme un gisement typique des *sables à Buccins*, les couches sableuses qui renferment la *Nassa Michaudi* ayant été remaniées à une époque postérieure et contenant des cailloux d'alluvions étrangers à la formation des sables.

2° Ces alluvions sont antérieures à l'arrivée des grands convois de quartzites et de roches cristallines des Alpes. Les roches qui y dominent, et dont quelques-unes appartiennent aux formations du Plateau central, sont déjà, pour la plupart, représentées dans les dépôts mio-pliocènes par des cailloux de petites dimensions. Quant aux fossiles, ils appartiennent tous à la faune des sables à *Nassa Michaudi* et à *Helix Delphinensis* des plateaux environnants, et non à la faune variée des gisements marins, dont les débris n'ont été transportés dans cette région que plus tard.

3° L'isolement des Buccins au milieu de coquilles terrestres et fluviatiles est un fait particulier aux dépôts de cet horizon dans une partie du Bas-Dauphiné septentrional. La faune de ces dépôts doit son caractère le plus distinctif à l'abondance des Auriculidées, qui témoigne, à la fois, du voisinage de la mer et de la chaleur du climat. Elle relie les couches purement marines aux marnes d'eau douce à lignites.

4° Les Buccins se présentent d'ailleurs, à la Fuly, à leur niveau habituel. Leur abondance et leur parfait état de conservation sont les mêmes que dans leurs gisements normaux et montrent combien ces coquilles étaient aptes à résister à des causes diverses de destruction. Il ne faut cependant pas perdre de vue, pour ce point exceptionnel, sa proximité des couches tertiaires auxquelles les Buccins ont été arrachés.

5° Le gisement de la Fuly ne peut être *rapproché*, au point de vue stratigraphique, des couches à *Nassa Michaudi*, le cailloutis qui recouvre les berges du vallon étant de beaucoup postérieur à la formation de ces sables.

Il ne peut non plus venir à l'appui de l'hypothèse de l'origine marine du conglomérat bressan ; car les fossiles que l'on y rencontre et qui ont été souvent invoqués en faveur de cette théorie, appartiennent à un tout autre horizon que le conglomérat lui-même.

Ces conclusions, en ce qu'elles ont d'applicable aux dépôts glaciaires à fossiles marins de la Lombardie, sont d'accord avec l'opinion émise dernièrement à ce sujet par M. Alph. Favre, notre savant confrère de Genève.

Profil géologique *du chemin de fer de* **Rennes** *à* **Redon,** par M. **Delage.**

Pl. III.

Le chemin de fer de Rennes à Redon suit la vallée de la Vilaine, dont la direction est sensiblement N.-S. Il passe d'abord sur les Schistes de

Rennes, puis, entre les bornes kilométriques 379 et 381, traverse le bassin tertiaire calcaire de Lormandière, que recouvrent en partie des alluvions anciennes.

Au-delà du Kil. 381, le chemin de fer rentre dans les Schistes de Rennes. Ces schistes ont généralement la même direction et la même inclinaison que les autres couches du terrain silurien qu'ils supportent. On les considérait comme azoïques; mais M. Éloy, ingénieur des mines de Pontpéan, y a trouvé des corps analogues à des Bilobites; on peut donc les ranger, au point de vue paléontologique comme au point de vue stratigraphique, dans l'étage des Grès à Bilobites, qui en sont séparés par les Schistes rouges de Pontréan.

Les Schistes de Rennes, dont la couleur est généralement gris-bleuâtre, sont souvent mêlés de grauwackes. Au passage à niveau n° 9, ils deviennent d'une couleur rougeâtre. Deux cents mètres plus loin, au-delà de la Vilaine, ils forment une colline qui s'étend de Pontréan à Orgères. A Pontréan, sur le bord même de la Vilaine, se trouvent des carrières où on les exploite pour pierres de construction. Les deux collines entre lesquelles la Vilaine coule encaissée en cet endroit sont constituées par des schistes inclinés vers le sud depuis 45° jusqu'à la verticale, et dirigés E. 10 à 15° S. à O. 10 à 15° N.

Au Kil. 389, sur la rive droite de la Vilaine, entre les deux viaducs qui franchissent un bras de la rivière, on trouve : 1° une carrière de schistes rouges, qui à leur partie supérieure deviennent siliceux; 2° une carrière de grès avec Bilobites. Au-dessus de cette dernière carrière, à une distance de 50 mètres environ, s'en voit une troisième où les grès changent de direction et d'inclinaison : ils plongent vers l'ouest. On est alors sur le sommet de la colline, où se dresse un moulin à vent. A un kilomètre environ de ce moulin, vers l'ouest, on trouve des champs dans lesquels, vers l'automne, la charrue ramène des exemplaires de la *Calymene Tristani,* ce fossile caractéristique des Schistes ardoisiers.

Les Grès à Bilobites sont donc supérieurs aux Schistes rouges de Pontréan, et, comme on a trouvé dans les Schistes de Rennes ce fossile si caractéristique, on peut réunir dans un seul et même étage, qui serait contemporain de la faune première à *Paradoxides* de Barrande :

1° Les Schistes de Rennes,

2° Les Schistes rouges de Pontréan et de Montfort,

3° Les Grès à Bilobites.

Les Schistes ardoisiers succèdent en concordance de stratification aux Grès à Bilobites au Kil. 389,6. Il faut cependant remarquer que dans une carrière située à droite du chemin de fer, on voit des bancs de grès séparés par de petits lits schisteux, noirs, luisants, micacifères.

Les schistes, d'abord inclinés vers le sud, deviennent sensiblement horizontaux dans la tranchée de Traveusot, où l'on peut recueillir des Orthocères à stries circulaires très-fines, de petits *Orthis*, des *Calymene Tristani*, des *C. Aragoi*, des *Dalmanites socialis* et des *Illœnus*.

Au Kil. 392,4, l'on retrouve les Grès à Bilobites sous les Schistes ardoisiers. Deux cents mètres plus loin, les grès replongent vers le sud et viennent passer, au Kil. 393, sous les schistes, qui présentent en cet endroit plusieurs plissements et finissent, vers le Kil. 393,6, par plonger vers le sud.

Cette puissante assise de schistes se remontre à la tranchée du Glanret, après la station de Bourg-des-Comptes (Kil. 395,4) ; elle y présente la forme d'un fond de bateau, et y est surmontée par une assise peu épaisse de grès. A l'entrée et à la sortie du souterrain de La Trotinais, les schistes sont sensiblement verticaux ; vers le Kil. 396,8, leur inclinaison est vers le nord.

A la tranchée de La Fiollais, on retrouve les Grès à Bilobites, plongeant au nord. Ces grès, dans la tranchée de La Molière (Kil. 397,6), contiennent des Bilobites. Dans le bois qui monte vers le château de La Molière, ils plongent vers le sud, et au Kil. 398,3, ils supportent des Schistes ardoisiers visibles dans la tranchée de Mauny. Vers le passage à niveau n° 13, les schistes, tout en conservant la même direction, plongent au nord, et au Kil. 401,6, près du passage à niveau n° 14, ils reposent sur les Grès à Bilobites, dont l'inclinaison change au Kil. 402,1, pour reprendre vers le nord au Kil. 402,8.

Les Grès à Bilobites recouvrent des schistes rouges qui se présentent en couches verticales dans la tranchée de la Roche d'Uzel, et qui y sont traversés par deux bandes de poudingues quartzeux. A la station même de Bain-Lohéac, les Grès à Bilobites, plongeant au sud, reparaissent au-dessus de ces schistes rouges. Si nous remontons le cours de la Vilaine, nous trouvons, sur le sommet d'une colline, le village de Saint-Malo-de-Phily assis sur ces mêmes schistes rouges. Au-dessus d'eux se montrent des grès qui, après avoir plongé au nord, deviennent sensiblement horizontaux, puis reprennent leur inclinaison vers le nord. Ils sont surmontés par des schistes remplis de fossiles sur une longueur de plus d'un kilomètre.

Ce gisement est d'autant plus remarquable que l'on y voit le contact des schistes et des grès, et que dès ce contact, pour ainsi dire, les schistes sont fossilifères. Les fossiles sont de grands Trilobites, des Bellérophons, la *Calymene Tristani*, de grands *Orthis*, etc. Parmi les Trilobites j'en citerai un que je n'ai pas encore rencontré ailleurs ; il a trois lobes, et le pygidium semble formé de demi-cercles concen-

triques qui paraissent se continuer en ligne droite sur les flancs de l'animal.

Sur les Grès à Bilobites, plongeant au sud à la station de Bain-Lohéac, reposent les Schistes ardoisiers. Ces schistes, vus dans les tranchées du chemin de fer, plongent tantôt vers le nord, tantôt vers le sud. Au Kil. 405,3, dans la tranchée de Brémalin, un poudingue quartzeux s'y montre intercalé. A partir de Messac, ils changent quatre fois de direction. A la tranchée du bois de Beuvres, ils reposent sur des Grès à Bilobites, qui sont plissés plusieurs fois et qui sont nettement coupés par la cassure où coule la Vilaine. Sur la rive droite de la rivière les grès supportent les schistes du souterrain des Corbinières; puis ils réapparaissent au Kil. 418,8, où ils plongent vers le sud, sous des Schistes ardoisiers. Ceux-ci se montrent inclinés vers le nord dans les tranchées de La Chaussée et de La Chenac.

En face du village de Langon, dans la tranchée du Vaulais (Kil. 422), on voit un calcaire tertiaire, marneux, à cassure conchoïde. Ce petit bassin tertiaire n'est pas exploité.

Vers le Kil. 425, avant le passage à niveau n° 28, les Grès à Bilobites ressortent de dessous les Schistes ardoisiers, pour plonger de nouveau sous eux presque aussitôt après. Les schistes, inclinés d'abord vers le sud, ne tardent pas à plonger au nord. Dans la tranchée de Guéméné, ils présentent un nouveau changement d'inclinaison.

A celle de La Lombardie, entre les Kil. 428 et 430, on voit des alluvions formées de sables et de cailloux roulés, au milieu desquels se montre, en couches presque horizontales, un poudingue ferrugineux.

Vers le Kil. 431 les Schistes ardoisiers plongent au sud. On passe ensuite le Don, et deux kilomètres plus loin, dans la tranchée du Bas-Roland, on les voit plonger vers le nord, puis vers le sud. Dans les tranchées de La Fitière (Kil. 434) et de La Mercerais (Kil. 435-436), ils sont plissés et contournés. Il en est de même dans la tranchée du Por-d'Or, au-delà d'Avessac.

Entre les Kil. 440 et 441, on voit apparaître au milieu des schistes une bande de grès qui forme la colline allant de la tranchée de Cado à Saint-Nicolas-de-Redon. Sur cette colline, près d'un moulin à vent, on trouve de gros blocs de quartz. Ces grès doivent être considérés comme faisant partie de l'étage des Schistes ardoisiers, car, comme vers Vitré, ils sont enclavés entre des bandes de schistes. On les retrouve sur la route de Rennes à Redon, à treize kilomètres de cette dernière ville; en cet endroit ils plongent vers le sud et sont mêlés de schistes, puis recouverts par des schistes ardoisiers qui ont la même direction et la même inclinaison qu'eux.

Je n'ai point indiqué complétement les alluvions que l'on voit apparaître de temps en temps à partir de Messac et qui doivent former le lit dans lequel coule la Vilaine.

Les différents terrains rencontrés en allant de Rennes à Redon sont donc :

Silurien . . .	Schistes de Rennes. Schistes rouges, avec poudingues intercalés à Bain-Lohéac. Grès à Bilobites. Schistes ardoisiers, avec grès intercalés à la tranchée de Cado et poudingues intercalés à celle de Brémalin. Grès fissiles supérieurs aux Schistes ardoisiers à la tranchée du Glanret.
Tertiaire . . .	Miocène de Lormandière et de Langon.

L'ordre de superposition indiqué par M. Dalimier pour les assises siluriennes du département d'Ille-et-Vilaine est donc exact (1).

M. de Cossigny fait la communication suivante :

Note sur le terrain **crétacé** *de la* **partie méridionale** *du* **bassin de Paris** *et sur l'***Argile à silex** *d'***Allogny** *(Cher), et* **Considérations géologiques** *générales à propos de ces terrains,*

par **M. de Cossigny.**

Pl. IV.

Orographie et constitution géologique du Midi de la Sologne. — Si nous jetons les yeux sur la carte (Pl. IV, fig. 1), nous voyons que la Loire décrit une sorte de demi-cercle depuis Nevers jusqu'à Tours. Si de Sancerre nous tirons une ligne droite dirigée vers Mehun-sur-Yèvre (ligne A B), cette ligne est à peu près parallèle au cours de la Loire entre Orléans et Blois, et parallèle aussi à la portion moyenne de la vallée de la Sauldre, affluent du Cher ; enfin elle donne la direction générale d'une série de côteaux, d'ailleurs assez accidentés, dont les escarpements méridionaux rachètent la différence d'altitude entre les plaines calcaires du Berry, qui s'étendent au sud, et les plateaux plus élevés qui se trouvent au nord (2). Je me hâte toutefois d'observer que

(1) Je dois signaler que M. Massieu, Ingénieur des Mines, a, depuis quelques années, relevé la coupe du chemin de fer de Rennes à Redon ; mais il ne l'a pas publiée.

(2) Cette ligne, dirigée sensiblement de l'E. 26° N. à l'O. 26° S., correspond au système de l'*Érymanthe et du Sancerrois* d'Élie de Beaumont.

la ligne onduleuse des coteaux n'accompagne pas la ligne A B jusqu'à Mehun. A partir de la forêt d'Allogny, en venant de Sancerre, elle s'infléchit vers le nord pour passer à Vouzeron, puis à Vierzon, et suivre enfin la vallée du Cher. La région naturelle comprise entre la ligne de coteaux en question et le coude de la Loire constitue la Sologne (1). Elle a une inclinaison générale au nord-ouest; sa plus grande altitude est de plus de 400 mètres aux environs d'Humbligny, non loin de Sancerre, et ses moindres altitudes d'environ 100 mètres, près des bords de la Loire entre Orléans et Tours.

Si nous faisons une coupe dans une des collines qui forment les contreforts méridionaux des plateaux de la Sologne, nous trouvons les superpositions indiquées dans la figure 2 de la planche IV. Tout le système repose sur le terrain jurassique, au-dessus duquel on rencontre, en allant de bas en haut:

1° Mais seulement dans la partie la plus orientale de la chaîne de collines, l'étage *néocomien*, caractérisé par ses fossiles; ce prolongement des couches néocomiennes, bien plus développées au Sud-Est du bassin de Paris, ne présente déjà plus aux environs de Sancerre qu'une épaisseur totale de 4 à 5 mètres au maximum; il continue à s'atténuer en allant vers l'ouest, et disparaît complétement avant d'avoir atteint la longitude de Bourges;

2° L'étage *albien*, correspondant aux sables verts inférieurs et aux argiles du Gault; ce groupe consiste en une série assez nombreuse de

(1) M. V. Raulin (*Mémoires de la Société géologique de France*, 2e sér., t. II) a créé le nom de *Sancerrois* pour l'espace triangulaire qui aurait pour angles les villes de Vierzon, Gien et Sancerre. La dénomination de Sancerrois, ainsi entendue, ne serait pas acceptée par les populations et ne me paraît pas parfaitement appropriée, puisque Sancerre n'occupe qu'un des points extrêmes de l'espace qu'il s'agit de définir. Je m'en tiens donc à la *Sologne*, région naturelle connue de temps immémorial, dont la délimitation, telle que je l'ai indiquée ci-dessus, est extrêmement nette; c'est d'ailleurs ainsi que la Sologne est comprise par la majorité des habitants, et qu'elle a été officiellement définie par le *comité* institué par Napoléon III *pour l'amélioration agricole de la Sologne*.

La Sologne forme un plateau quelque peu déchiqueté sur son bord méridional, constitué d'ailleurs par un massif homogène de terrain crétacé, surmonté lui-même par l'*Argile à silex éocène*. Si l'on veut entrer dans plus de détails, on aura à distinguer, au point de vue géologique, la partie S. E., correspondant au Sancerrois de M. Raulin, dans laquelle le sol superficiel est exclusivement composé de matériaux empruntés aux dépôts *éocènes*, et la partie N. O., que recouvrent des *argiles* et des *sables* appartenant au *Miocène supérieur*.

Au point de vue agricole, toute la Sologne est également caractérisée par une terre végétale où prédomine le sable siliceux et où l'élément calcaire fait défaut, par un sous-sol contenant des couches peu perméables à l'eau, enfin par une fertilité au moins médiocre et par un ensemble de conditions plus favorables à la culture forestière qu'à l'agriculture proprement dite.

couches, les unes arénacées, les autres argileuses, renfermant presque toutes plus ou moins de glauconie et de mica; l'épaisseur moyenne de cet ensemble est approximativement d'une cinquantaine de mètres;

3° L'étage *cénomanien* ou Craie inférieure, représenté en grande partie, dans la contrée qui nous occupe, par des marnes argileuses, d'un blanc sale, dont divers bancs sont assez largement utilisés pour l'agriculture; d'ailleurs les parties supérieures de l'étage ont disparu presque partout sur une épaisseur plus ou moins considérable, par suite d'un phénomène d'érosion remontant à une époque assez ancienne;

4° Un curieux dépôt sur lequel je reviendrai, consistant en un amas confus de silex de la Craie, les uns entiers, les autres réduits en fragments anguleux de diverses grosseurs, le tout cimenté par une matière presque blanche analogue à l'argile;

5° Un mélange de sable et de silex, ces derniers visiblement altérés et plus ou moins usés;

6° Enfin, une dernière formation, n'ayant, selon les lieux, que de 25 centimètres à 1 mètre 30 d'épaisseur, et qui enveloppe les collines en épousant toutes leurs formes; elle recouvre d'ailleurs la superficie des plateaux aussi bien que les tranches de toutes les formations horizontales que je viens d'énumérer.

Reprenons successivement l'examen plus détaillé de ces divers étages.

1° **Terrain néocomien.** — Il ne présente aucune particularité remarquable, et je me contenterai, à son égard, de renvoyer à ce qui en a été dit par MM. d'Archiac, Raulin et Ébray (1).

2° **Terrain crétacé inférieur** *ou* **étage albien.** — L'étude stratigraphique détaillée de ce terrain n'est pas facile. La grande étendue des bois et des bruyères constitue une première difficulté, qu'aggrave encore la présence de ce terrain de remaniement superficiel que j'ai signalé plus haut et qui masque les affleurements des couches principales. Plusieurs assises sont entièrement dépourvues de fossiles sur d'assez grandes surfaces. Les couches du terrain albien ne sont pas continues dans toute l'étendue de l'étage; la plupart, au

(1) D'Archiac, *Études sur la formation crétacée des versants sud-ouest, nord et nord-ouest du plateau central de la France (Mém. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. II, p. 1); — Raulin, *Mémoire sur la constitution géologique du Sancerrois (Mém.*, 2e sér., t. II, p. 219); — Ébray, *Nouveaux renseignements sur la constitution géologique de la colline de Sancerre (Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 213); *Note sur les derniers affleurements de l'étage urgonien dans le Sud du bassin parisien (Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 181).

contraire, paraissent former de vastes lentilles aplaties, qui s'enchevêtrent en se terminant, les unes et les autres, en coins fort aigus. D'un autre côté, lors des phénomènes diluviens qui ont creusé les vallées en laissant subsister ces coteaux de sables désagrégés, il s'est produit de nombreux éboulements, et de vastes lambeaux de terrain sont ainsi descendus, par voie de glissement, à des niveaux bien inférieurs à leur situation normale. Le hasard m'a mis à même de constater avec certitude, à deux reprises et sur des points différents, que des marnières en exploitation depuis plusieurs années ne se trouvaient pas dans la Craie en place, mais dans d'énormes fragments isolés (1). Enfin, l'orographie de la contrée est encore compliquée par des failles qui se sont produites postérieurement au dépôt du terrain crétacé, mais antérieurement aux dernières dénudations qui ont contribué à donner à la région sa configuration actuelle. Une grande faille, passant près de Sancerre, a déjà été mise en évidence par M. Raulin (2). J'ai de fortes raisons de croire qu'une faille parallèle à celle de Sancerre existe un peu à l'ouest d'Allogny, et qu'elle n'est pas étrangère au rejet vers le nord que présente en ce point la ligne des coteaux crétacés.

Sous la réserve de quelques erreurs possibles, et même probables, en raison des nombreuses difficultés d'observation que je viens d'énumérer, la série des couches comprises entre la Craie et le terrain jurassique est à peu près la suivante aux environs d'Allogny, dans l'ordre naturel de superposition :

Sable siliceux	2m	
Argile plastique, d'un gris noir, un peu micacée	5	
Sable micacé, un peu glauconieux	2	
Argile d'un brun verdâtre, glauconieuse et très-micacée	1	
Sable un peu micacé	3	
Argile brune, micacée	0	50
Sable micacé et un peu glauconieux	2	50
Argile verdâtre	0	50
Sable très-peu micacé	9	
Sable argileux, un peu ocreux, employé pour les moules étuvés des fonderies, les constructions en torchis, etc.	6	
Argile noire, avec traces de lignites	1	
Argile plastique, panachée, exploitée pour les tuileries de Bourges	5	
Sable blanc, presque impalpable, avec une forte proportion de paillettes de mica blanc	6	
Grès ferrugineux, avec quelques gros grains de quartz	1	50
Total	45m	

(1) M. Hébert a déjà émis l'opinion qu'à la Motte d'Humbligny il y avait eu glissement d'un lambeau de Craie sur les sables inférieurs (*Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 145, en note).

(2) *Op. cit.*, p. 12.

Ces diverses couches sont, dans cette localité, dépourvues de fossiles.

3° **Craie inférieure** *ou* **étage cénomanien.** — La majeure partie de cet étage consiste, comme je l'ai dit, en marnes argileuses blanchâtres. Ces marnes ont une teneur de 0,30 à 0,50 en carbonate de chaux. Leur masse, qui atteint une puissance de 30 mètres et au-delà, selon que les phénomènes de dénudation ont fait disparaître une plus ou moins grande quantité des parties supérieures, est divisée par quelques lits de calcaire marneux noduleux. Elles contiennent de nombreux fossiles, dont beaucoup sont friables et altérés. Ceux qu'il est possible de recueillir suffisent pour caractériser parfaitement l'étage cénomanien.

En approchant de la base de la formation, les marnes, pour leur conserver la dénomination locale que j'ai aussi employée dans le tableau ci-dessous, deviennent un peu glauconieuses, perdent en partie leur calcaire et cessent d'être propres à l'amendement des terres. La couche la plus inférieure est surtout remarquable : le calcaire y fait complétement défaut, la silice y prédomine; elle renferme des lits d'une roche solide, qui ne se délaie pas dans l'eau, qui se laisse couper au couteau, qui ne fait point effervescence avec les acides, qui, lorsqu'elle a perdu son eau de carrière, devient très-légère, poreuse, happant à la langue. Ainsi que l'a très-judicieusement fait remarquer M. Douvillé, cette partie inférieure de l'étage est la *gaize*, correspondant, tant par sa nature minéralogique que par sa position stratigraphique, à la Gaize de l'Argonne et de quelques autres parties du périmètre du bassin de Paris.

Observations sur le tableau du terrain crétacé. — Pour mettre en évidence la constitution du terrain crétacé considéré dans l'ensemble de la région, j'ai réuni dans le tableau ci-dessous les différentes coupes données par M. Ébray, et j'y ai ajouté celle des environs d'Allogny. Les coupes sont rangées par colonnes allant de gauche à droite, suivant l'ordre des positions géographiques allant de l'ouest à l'est. D'autre part, j'ai fait en sorte que les couches qui appartiennent évidemment à un même niveau géologique, bien qu'observées en des lieux différents, se trouvent sur une même ligne horizontale.

Ce tableau, tout en donnant la facilité de saisir, au premier coup d'œil, les équivalences des diverses couches, permet aussi de mieux préciser quelques-unes de ces variations lithologiques que j'ai annoncées. Ainsi, une couche de grès ferrugineux qui se suit avec une remarquable uniformité de composition depuis Vierzon, et même plus à l'ouest, jusqu'à Allogny, n'est plus signalée par M. Ébray à l'est de cette dernière localité. Les argiles inférieures se présentent à Tracy et

Coupes du terrain crétacé des collines comprises entre Vierzon et Sancerre.

VIERZON (Ébray).	ALLOGNY (Cossigny).	SANCERRE (Ébray).	TRACY (Ébray).
Marnes argileuses. *Ostrea columba, O. vesicularis.*	**Marnes argileuses.** (L'état des lieux n'a pas permis de recueillir des fossiles dans la partie supérieure du terrain).	**Craie marneuse.** *Ostrea columba, O. vesicularis.*	**Craie.** *Ostrea columba, O. vesicularis.*
Sables et **Grès.** Rares Trigonies.			**Craie sableuse.** Échinides.
Grès et **Craie** en couches subordonnées. *Ammonites Mantelli, Rhynchonella compressa, Trigonia spinosa. Avellana cassis.*	**Craie marneuse.** *Ammonites Mantelli, Pecten asper, Nautilus elegans, Ostrea carinata, O. flabellata.*	**Craie marneuse.** *Ammonites Mantelli, A. navicularis, Epiaster crassissimus.*	**Craie.** *Ammonites Mantelli, A. varians, Nautilus elegans, Turrilites costatus.*
	Craie argilo-siliceuse. *Terebratula biplicata.*	**Argile glauconieuse.** Lit inférieur avec quelques graviers.	**Argile glauconieuse.**
Argiles panachées.	**Sables** et **Argiles** sans fossiles (40 à 50m).	**Sables ferrugineux.** *Ammonites inflatus.*	**Sables ferrugineux.** *Ammonites inflatus.*
Grès inférieur.		**Argiles micacées.**	**Argiles micacées.**
		Néocomien.	**Néocomien.**

à Sancerre avec un aspect un peu différent de celui des argiles correspondantes d'Allogny et de Vierzon ; elles paraissent offrir vers Sancerre un maximum d'épaisseur. Les couches sableuses, au contraire, se multiplient, se subdivisent, se diversifient aux environs d'Allogny; elles perdent en même temps leurs fossiles ; puis elles disparaissent presque avant d'arriver à Vierzon. Par contre, l'étage de la Craie, aux environs de cette dernière ville, est envahi par les sables; les marnes blanches ne forment plus que quelques lentilles isolées; les couches supérieures à *Ostrea columba* et *O. vesicularis* changent elles-mêmes de composition et d'aspect : elles deviennent d'un brun verdâtre et très-sableuses, et, tandis que les coteaux d'Allogny et même ceux de Vouzeron, encore plus proches, ne sont formés que de roches peu agrégées, les grès exploités pour moellons et pour pavés abondent particulièrement aux environs de Vierzon.

Considérations sur l'origine des argiles et des sables. — Il est parfaitement évident que l'action destructive exercée par l'eau des torrents et des fleuves sur les roches produit des galets, des sables, des limons impalpables, qui ne sont pas sans analogie avec certaines argiles. Ces faits sont du nombre de ceux que nous observons, pour ainsi dire, chaque jour, et avec lesquels nous sommes complétement familiarisés. Aussi la première idée qui a dû se présenter à tous les observateurs de la nature, était que les couches argileuses et les couches arénacées, qui entrent pour une si forte part dans la composition de l'écorce terrestre, n'étaient autres que les dépôts formés dans les mers anciennes aux dépens des roches précédentes, triturées par les cours d'eau ou par les vagues. Ce sont ces idées qui ont encore presque exclusivement cours aujourd'hui. Cependant il y a déjà longtemps que Brongniart a émis l'opinion que les *sables de Beauchamp*, immédiatement supérieurs au Calcaire grossier du bassin de Paris, étaient véritablement un précipité de silice formé au sein d'une mer fortement minéralisée par des sources thermales. Cette manière de voir est, depuis lors, considérée comme plausible, mais en tant seulement qu'il s'agit des sables les plus purs et les plus blancs, tels que ceux qui sont recherchés pour la fabrication du cristal. D'un autre côté, d'Omalius d'Halloy a soutenu, jusqu'à la fin de ses jours, l'origine souterraine de la plus grande partie, non-seulement des sables, mais aussi des argiles. Ces dernières idées n'ayant été admises jusqu'ici qu'avec beaucoup de réserve et par un petit nombre de géologues, il ne me paraît pas inopportun de présenter ici quelques considérations qui tendent à les confirmer et qui me sont inspirées par l'étude des terrains crétacés que nous venons d'examiner.

D'abord, les dépôts limoneux que nous voyons se former sur les

bords des fleuves ou vers leur embouchure ont évidemment leurs analogues dans le Lœss ou le Lehm, dans l'Ergeron des Belges, dans la Terre à briques du Nord de la France et autres dépôts superficiels analogues, peut-être aussi dans d'autres sédiments plus anciens. Mais je ne sache point que, parmi les dépôts d'origine incontestablement alluvionnale, il s'en soit jamais rencontré de véritablement identiques avec les argiles de l'étage du Gault. Ces dernières varient, il est vrai, d'une couche à l'autre: tantôt elles sont éminemment compactes et plastiques, tantôt fortement micacées, ou bien encore glauconieuses ; mais, précisément, chacune de ces variétés a ses caractères minéralogiques et chimiques spéciaux, qui permettent de la distinguer des alluvions, bien loin d'entraîner à la confondre avec elles. Il existe en France et ailleurs un nombre considérable de briqueteries et de tuileries qui puisent leur matière première dans les dépôts d'alluvions anciens ou récents ; d'autres, non moins nombreuses, exploitent les argiles secondaires ou tertiaires, et notamment celles du terrain crétacé inférieur. Or, pour peu qu'on ait suivi le travail de ces diverses usines, on ne peut manquer d'être frappé des différences que présentent, au point de vue de l'emploi industriel, les deux classes de matières argileuses dont il s'agit. Les produits céramiques confectionnés avec les terres d'alluvions exigent pour leur cuisson une température moins élevée ; tant qu'on ne les a pas chauffés au degré qui produit un commencement de ramollissement, ils sont, relativement, tendres, légers et poreux ; ce qui ne les empêche pas d'être doués d'une résistance remarquable aux effets destructeurs de la gelée. Au contraire, les argiles du Gault ou des gisements analogues donnent des produits très-durs à cuire, compactes, sonores, rebelles à la taille et presque toujours gélifs à un point désespérant. Pour confectionner avec ces argiles des produits de qualité supérieure, on est obligé d'ajouter préalablement d'autres terres, dont on rend le mélange plus intime par une trituration opérée à l'aide d'appareils mécaniques.

Quant aux sables crétacés, ils ont évidemment leurs analoguesdan s les terrains tertiaires ; mais il serait, je crois, difficile de trouver dans les dépôts d'alluvions des couches présentant la même homogénéité sur une aussi grande étendue. D'un autre côté, le terrain crétacé s'est déposé sur le terrain jurassique, dont les affleurements l'entourent presque de toutes parts, et qui n'a pu lui fournir les éléments de ses immenses couches de sable siliceux. Il faudrait donc, d'après l'ancienne théorie, que ces sables eussent été charriés à la mer du Gault par les fleuves de cette époque. Mais toutes les rivières subissent, dans le volume et dans la vitesse de leurs eaux, d'incessantes variations, par suite desquelles les fleuves déversent à la mer, à de très-courts inter-

valles, tantôt des sables très-fins, tantôt des sables un peu plus gros, tantôt uniquement des limons impalpables; il n'en peut donc vraisemblablement résulter qu'un sédiment dépourvu de toute homogénéité. Tout le monde connaît d'ailleurs ces fines strates, révélatrices du mode d'accroissement, qui se dessinent sur la section de tout dépôt d'origine fluviatile. Au contraire, dans les grandes formations arénacées, telles qu'en présente le terrain crétacé inférieur, le grain du sable est généralement tellement uniforme dans l'espace que le regard peut embrasser, que l'œil ne saisit aucun indice de stratification ni de charriage.

La plupart des sables crétacés (et la même remarque s'appliquerait aux sables tertiaires) contiennent des paillettes de mica. Comme le quartz et le mica sont les deux éléments les moins destructibles du granite, on en a conclu, tout naturellement, que ces sables devaient être le produit de l'usure des galets granitiques que roulent les rivières torrentielles. Cette manière de voir a paru, d'ailleurs, recevoir une importante confirmation, lorsque M. Daubrée, dans le cours de ses belles et nombreuses expériences, a démontré qu'effectivement l'usure du granite donnait un sable sensiblement identique avec certains sables micacés naturels. Il y a pourtant une objection très-grave, à ce qu'il me semble, à la généralisation de cette théorie : c'est qu'une grande partie des sables renferme, non-seulement du mica, mais aussi de la glauconie, et que cette dernière ne provient certainement pas de l'usure ou de la trituration du granite; elle ne peut pas d'ailleurs non plus, dans la plupart des cas, provenir des terrains environnants. On ne peut en chercher l'origine que dans les régions profondes, et l'on est forcément conduit à la considérer comme un précipité formé au sein d'une masse d'eau fortement minéralisée. Or, si l'on admet, avec Brongniart, que des sources thermales sous-marines peuvent, dans certaines circonstances, déterminer un précipité de silice sous forme de grains de sable, — si l'on admet, d'autre part, que le dépôt de tous les sables glauconifères a forcément coïncidé avec la période d'activité des sources thermales véhicules de la glauconie, — il ne reste que bien peu de chemin à faire pour arriver à la conviction que les deux substances ont une origine souterraine commune et sont des produits d'un seul et unique phénomène.

Reste la question du mica. Or il résulte de l'ensemble des expériences et des observations de M. Daubrée, que le mica est, de tous les silicates naturels, un de ceux qui se forment le plus facilement par la voie humide; qu'il a pris naissance, tantôt dans des tubes où diverses substances minérales étaient soumises, avec de l'eau, à de hautes températures, tantôt dans les canaux par lesquels des sources miné-

rales arrivaient au jour. Il n'y a donc, en définitive, rien que de très-vraisemblable dans la supposition que les mêmes eaux qui ont produit un précipité de sable quartzeux et de glauconie, ont donné aussi un précipité de paillettes cristallines de mica; en sorte que la présence de ce dernier, loin d'exclure la possibilité de l'origine chimique d'un sable, constitue au contraire une forte présomption en faveur de cette origine.

Pour ce qui est des argiles, on sait que les orifices volcaniques peuvent donner lieu à des éruptions boueuses considérables. Ce phénomène n'est plus de ceux qu'on peut regarder comme douteux ou exceptionnels; il a été signalé par des observateurs dignes de foi dans toutes les parties du monde, notamment dans les Andes, aux Antilles, à Java, à la Nouvelle-Zélande, dans les environs de la Mer Caspienne, et il est avéré que les volcans d'Italie eux-mêmes ont donné lieu à un épanchement d'argile boueuse. Tandis que les volcans habituellement ignivomes n'ont que très-rarement des éruptions de ce genre, d'autres au contraire sont essentiellement boueux et ne se signalent qu'exceptionnellement par des manifestations ignées, sans toutefois qu'on puisse établir une séparation bien tranchée entre les uns et les autres.

M. Delesse a rappelé ces circonstances dès 1865, et émis, en outre, l'opinion que les trapps se sont fait jour par les fissures du sol à l'état de boue fluide, et que certains d'entre eux, pauvres en alcalis, au lieu de se consolider complétement, ont pu subsister dans les filons à l'état argileux (1). Notre savant collègue a d'ailleurs poursuivi les conséquences de ces idées dans son bel ouvrage sur la *Lithologie du fond des mers*.

Mais ce que je veux surtout faire ici ressortir, c'est que la venue au jour de l'argile, non-seulement est un phénomène actuel, mais encore peut avoir lieu sans l'accompagnement imposant des phénomènes que l'on qualifie d'éruptifs et de volcaniques. En effet, les salses, infiniment plus modestes que les volcans, donnent naissance à des sources d'eau boueuse susceptibles de produire d'abondants dépôts argileux. Il n'est d'ailleurs pas même besoin de traverser les mers pour être témoin de ce fait, car des salses existent en Italie, au milieu des collines que constituent les argiles grises du terrain subapennin. L'argile délayée qui s'en échappe, identique avec celle du terrain environnant, est aujourd'hui entraînée par les torrents et se rend définitivement à la mer; mais nul doute que ces salses ne soient les derniers vestiges et les témoignages actuels du phénomène qui a donné lieu au

(1) *Recherches sur l'origine des Roches*, p. 29 et 53.

dépôt des argiles subapennines, lorsque la contrée où elles se trouvent était encore immergée (1).

Dans l'hypothèse de l'origine exclusivement détritique de tous les terrains crétacés inférieurs, l'esprit ne recule-t-il pas effrayé en présence de la prodigieuse usure de roches granitiques qui aurait dû être accomplie pour fournir, rien qu'en sable fin et en résidu impalpable, les matériaux de cette puissante formation qui occupe environ la moitié de la superficie de la France, tandis que les roches granitiques ne forment qu'une portion relativement restreinte de cette même superficie? D'ailleurs, la production des sables fins et des argiles par voie de frottement supposerait celle de quantités proportionnelles de galets et de gros sable, et ces débris grossiers, contemporains des sables verts et des argiles du Gault, ne se voient nulle part. Enfin, lors même qu'on serait parvenu à résoudre ces graves difficultés, il resterait encore à expliquer pourquoi, après qu'une certaine étendue de la mer crétacée n'a reçu, pendant une longue période de temps, que des dépôts exclusivement argileux, ceux-ci se sont trouvés remplacés, sans transition et pendant une période non moins longue, par d'autres dépôts exclusivement sableux, et ainsi de suite à plusieurs reprises différentes. Il faudrait, pour expliquer ces alternances, admettre des cataclysmes ou des bouleversements périodiques, dont chacun aurait profondément modifié le régime extérieur des eaux courantes ; ce qui est d'autant moins justifié, que nous ne rencontrons dans le terrain crétacé inférieur ni dépôts de galets, ni conglomérats, ni aucun autre indice d'une époque de convulsions violentes ou de mouvements tumultueux des eaux (2).

(1) Le professeur Stoppani, qui a parfaitement décrit la salse de Nirano près de Modène (*Corso di Geologia*, t. 1, § 729), a fait remarquer que l'écoulement de la boue est en rapport avec les saisons plus ou moins sèches ou pluvieuses ; d'où il conclut, avec raison, que cette salse, comme les sources ordinaires, est alimentée par les eaux pluviales. Mais ce serait à tort, à mon avis, que l'on voudrait induire de là que l'argile amenée purement et simplement à la surface par ces eaux, est empruntée par elles aux couches d'argiles préexistantes de la formation subapennine. S'il est un fait que la plus simple observation met journellement en évidence, c'est que l'argile à l'état de couche constitutive des terrains sédimentaires est partout en contact avec les nappes souterraines d'eaux d'infiltration, sans être délayée ni entraînée au dehors par les sources ordinaires. Donc, si l'eau des salses, par une exception à la règle générale, se transforme en boue argileuse dans son parcours souterrain, ce ne peut être que parce qu'elle rencontre, chemin faisant, des failles ou des cavités remplies de matière argileuse non encore consolidée et en quelque sorte à l'état naissant.

(2) La formation du Gault et des sables qui en dépendent est très-étendue et très-puissante et a été souvent étudiée. Or une couche peu épaisse de *gravier* à *Opis Hugardiana*, signalée, par M. Hébert je crois, dans l'Yonne, et une strate contenant

Toutes les difficultés qui précèdent se trouvent évitées, et la disposition des terrains qui nous occupent s'explique d'une manière des plus simples, si nous admettons que des sources thermales sous-marines ont déterminé la précipitation de la plus grande partie des matériaux qui les composent. L'accumulation même des sédiments a pu obstruer certains orifices ; des secousses brusques, mais passagères, ont pu déterminer, sur d'autres points, de nouvelles failles qui ont mis l'eau de la mer en communication avec les régions profondes. D'ailleurs, de faibles oscillations du sol, telles qu'il s'en produit de nos jours, ont dû suffire pour ouvrir ou fermer plus ou moins les fissures existantes, pour sceller certains passages en y comprimant la matière argileuse, pour ouvrir de nouvelles communications en écartant des parois. Chacun de ces mouvements a modifié la circulation souterraine, et les eaux, selon qu'elles avaient atteint des régions plus ou moins profondes, revenaient à la mer chargées de divers éléments minéraux, ce qui amenait des modifications correspondantes dans la nature des sédiments.

4° Argile à silex d'Allogny. — Le dépôt qui surmonte aujourd'hui les portions de la Craie marneuse respectées par les anciennes dénudations, consiste en un amas confus de silex dont les interstices sont remplis par une argile blanche ou jaunâtre. Cette argile, à cause de ses propriétés réfractaires, est recherchée pour la confection des casettes dans lesquelles on cuit la porcelaine, ce qui a déterminé quelques exploitations, plus particulièrement au-dessus d'Allogny. C'est surtout à cette circonstance que l'on doit de pouvoir observer convenablement ce terrain.

Les silex proviennent de la Craie ; des fossiles silicifiés que renferment quelques-uns d'entre eux permettent même de reconnaître qu'ils ont été empruntés, non-seulement à la partie manquante de la Craie inférieure, mais à divers étages de la formation crayeuse (1).

Ces silex n'ont subi aucune altération ; ils ont conservé leur couleur naturelle, leur texture, leur enveloppe extérieure de silice blanche et poreuse ; ils sont seulement, pour la plupart, plus ou moins brisés, mais leurs cassures sont toutes fraîches, leurs angles complétement vifs, et, lorsqu'ils ont été débarrassés par le lavage de l'en-

quelques graviers, observée par M. Ébray dans la colline de Sancerre, sont peut-être les seuls faits de ce genre qu'on ait pu constater. Ces *quelques graviers* n'indiquent que le voisinage d'un rivage ou d'une embouchure de fleuve.

(1) Parmi les fossiles que j'ai vu ramasser au milieu de ces silex ou que j'y ai rencontrés moi-même, se trouvaient le *Siphonia pyriformis* du Cénomanien, plusieurs espèces d'Échinides et la *Terebratula semiglobosa* commune à la base du Sénonien.

veloppe argileuse qui les souillait, un minéralogiste non prévenu ne les distinguerait pas des silex récemment extraits d'une carrière de la Normandie ou des environs de Paris.

Cet état de conservation tient sans doute à l'imperméabilité de la gangue argileuse, qui les a préservés des influences atmosphériques ; mais ce qui est le plus digne de remarque, c'est qu'ils ne présentent aucunes traces sensibles d'usure et n'ont évidemment jamais été roulés par les eaux. Les silex de forme sphéroïdale sont souvent restés entiers ; ceux qui figuraient des agrégations de tubercules ont été presque toujours rompus dans les étranglements, où la résistance était moindre. Parmi ceux qui ont au moins la grosseur du poing et qui n'ont pas conservé leur forme naturelle, le plus grand nombre semble avoir été taillé par larges éclats successifs, presque comme si l'on eût cherché à les rapprocher ainsi d'une forme grossièrement sphérique. Il n'en est plus de même pour les morceaux plus petits : là on rencontre en abondance des éclats aigus, et plus on descend aux menus fragments, plus on trouve d'esquilles minces et tranchantes; d'où il me paraît résulter que les petits fragments ne sont autre chose que les éclats fournis par cette espèce de taille naturelle qu'ont subie les silex plus volumineux, éclats qui ont été nettement détachés de ceux-ci, mais jamais broyés entre eux ni réduits à l'état de sable, circonstances qui se seraient produites infailliblement au milieu d'un amas de cailloux roulés confusément par un torrent impétueux.

Quant à l'argile qui sert de gangue aux silex, ce n'est pas précisément une argile plastique ; sèche, elle donne une poussière qui, bien que très-fine, est plutôt âpre qu'onctueuse au toucher, et qui avec l'eau forme une pâte médiocrement liante. Je présume que cette matière s'est déposée dans les interstices des cailloux remplis d'eau limoneuse, et qu'elle provient d'une lévigation du terrain dont la destruction a fourni les silex (1).

Si j'ai décrit un peu minutieusement le dépôt qui nous occupe, c'est que les silex, en raison de leur résistance aux agents destructeurs, peuvent être remaniés un grand nombre de fois avant de disparaître définitivement ; comme d'ailleurs rien n'est plus commun, dans les terrains de toutes les époques, que les matières argileuses, on conçoit qu'il puisse y avoir, et il y a en effet, une assez grande variété d'argiles à silex. Ces dépôts diffèrent non-seulement par la composition chimique et la coloration de l'argile, ainsi que par l'état plus ou moins altéré des silex, mais encore par l'époque de leur formation, qui peut

(1) Il y aurait à vérifier expérimentalement si le broyage et la lévigation de la Craie tuffau peuvent effectivement fournir un résidu analogue à cette argile.

correspondre à toutes les phases géologiques, depuis l'origine de la période tertiaire jusqu'à l'époque actuelle. Jusqu'à présent l'étude de ces sortes de dépôts a été à peine abordée, et cela se conçoit, car les géologues ayant eu à classer d'abord les grandes masses qui forment, pour ainsi dire, l'ossature du Globe, ont fait pendant longtemps abstraction de ces formations qui ne constituent qu'une sorte d'épiderme. Cependant l'importance de ces terrains superficiels au point de vue de l'histoire de la Terre n'est pas moindre que celle des autres formations; et, tandis que les dépôts stratifiés d'une grande étendue et d'une grande épaisseur ne nous donnent l'idée que de longues périodes d'un calme relatif, l'existence d'un simple limon constituant à peine la couche végétale des champs peut être liée à quelque grand phénomène encore inexpliqué. Pour que tous les problèmes que soulève l'étude des érosions et des terrains de transport puissent être un jour résolus d'une manière satisfaisante, il importe d'abord de bien définir et classer les terrains de ce genre, et il faut reconnaître que sous ce rapport il existe encore dans la science beaucoup de confusion.

En conséquence des idées qui précèdent, je désignerai tout dépôt synchronique de celui que je viens de décrire, et pouvant en être considéré comme le prolongement, sous le nom d'*Argile à silex d'Allogny*, du nom de la localité où je l'ai observé d'abord et où il paraît présenter des caractères typiques. Ces caractères se résument ainsi : non-altération de la substance du silex, absence de toutes traces d'usure ou de roulage par les eaux, superposition immédiate à la Craie dénudée ; enfin, je crois pouvoir ajouter, surface de superposition plane ou très-largement ondulée, sans traces de sillons profonds ni de ces érosions capricieuses et irrégulières qui se trouvent souvent à la surface supérieure d'une formation recouverte par un dépôt de transport (1).

Je crois qu'on peut regarder comme démontré que l'Argile à silex d'Allogny s'étend dans toute la partie méridionale de la Sologne. D'un autre côté, divers observateurs, notamment MM. Laugel et Hébert (2),

(1) Cette dernière particularité résulte pour moi de l'impression générale qui m'est restée d'une observation réitérée de la région ; je ne l'affirme néanmoins qu'avec une certaine réserve. En effet, pour se prononcer avec une certitude absolue, il faudrait avoir eu devant les yeux quelques-unes de ces coupes nettes, récentes, presque verticales, qui montrent à la fois les deux terrains superposés, tandis que je n'ai pas rencontré sous ce rapport toutes les circonstances favorables à l'observation.

(2) Laugel, *Mémoire sur la Géologie du département d'Eure-et-Loir* (*Bull.*, 2e sér., t. XVII, p. 316) ; — Hébert, *Sur l'argile à silex, les sables marins tertiaires et les calcaires d'eau douce du N.-O. de la France* (*Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 445) ; *Observations sur les principaux éléments du terrain quaternaire, sur les*

ont signalé des argiles à silex plus ou moins analogues à celle-ci, dans le Maine, l'Anjou, le Perche, le Thimerais et jusqu'en Normandie. Bien que n'ayant jamais vu par moi-même une partie des gisements décrits par ces géologues, et n'ayant vu les autres qu'en passant et à des époques déjà anciennes, où mon attention n'avait pas encore été attirée sur ces formations, il me paraît très-probable qu'une partie de ces argiles à silex, de celles du moins qui sont les plus inférieures et reposent sur la Craie, correspond à celle d'Allogny, et a fait originairement partie d'une même formation étendue, aujourd'hui démantelée par des érosions postérieures.

M. Hébert a donné (1) une coupe fort curieuse, dessinée par lui d'après nature, qui montre l'Argile à silex pénètrant d'une façon tout à fait singulière dans les poches de la Craie, tandis que des sables supérieurs recouvrent partiellement cette argile elle-même, en la pénétrant à son tour en certains endroits. Je reproduis approximativement cette coupe intéressante dans la figure 3 de la planche IV. Voici à peu près la seule explication que je puisse trouver des dispositions, d'ailleurs assez fréquentes, analogues à celle-là.

Soit A, B, C (Pl. IV, fig. 4), trois formations superposées : par exemple, la Craie, l'Argile à silex et une couche de sable. Supposons une nappe d'eau qui se dirige dans le sens de la flèche, avec une assez grande vitesse. Supposons enfin qu'une première ablation ait eu lieu sur la droite de la figure, soit par l'effet d'un phénomène antérieur, soit par suite d'un affouillement dû à des mouvements tumultueux du courant actuel ; circonstances que peuvent parfaitement déterminer, sur certains points, la configuration du sol, l'inégal degré de résistance des roches ou la présence de quelques obstacles. Alors les choses affecteront la disposition indiquée dans la figure : un rapide se trouvera établi de M en N, et il se produira au pied de ce rapide des remous violents, qui donneront lieu à des affouillements profonds et irréguliers, tandis que les matériaux provenant des déblais seront emportés par l'eau et que les plus lourds d'entre eux iront se déposer à une petite distance en aval, où ils commenceront la formation d'une barre. Toutes ces particularités peuvent d'ailleurs être facilement constatées en observant ce qui se passe dans une rivière où se trouve un ressaut ou un barrage peu élevé. Mais, dans le cas qui nous occupe, il n'y a pas, en réalité, de ressaut ni de barrage fixe, mais bien une pente raide, formée par des matériaux peu agrégés et, de plus, détrempés par l'eau. Ces matériaux seront donc successivement détachés, en-

théories proposées pour en expliquer la formation, et sur l'âge de l'argile à silex (*Bull.*, 2e sér., t. XXI, p. 58).

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 453.

traînés, roulés, soit par petites parcelles, soit par masses éboulées d'un volume plus ou moins considérable. Le plan incliné ira donc en reculant, tandis que les masses éboulées ou roulées iront se déposer, au-dessous du point O de la figure, par exemple, dans les anfractuosités de la couche ravinée qui formeront comme autant d'arrêts. Si la distance M N est assez longue, les matériaux provenant de l'affleurement de la couche la plus profonde, B, seront en avance sur ceux qui se détacheront au même instant de la couche superposée, C; par conséquent les matériaux de B seront, le plus souvent, précipités les premiers au fond des cavités et recouverts ensuite par ceux de C. Il en résulte que, malgré le désordre apparent du terrain remanié par le courant, les matériaux des couches s'y retrouveront disposés, en général, suivant leur ordre primitif de superposition (1).

Je suis porté à croire, d'après ce qui précède, que les lambeaux d'argile à silex qui présentent les contournements signalés par M. Hébert, peuvent bien représenter l'Argile à silex d'Allogny, qui aurait autrefois recouvert la région, mais que, dans tous les cas, ces dépôts ne sont plus aujourd'hui dans leur état primitif et ont subi un remaniement qui les a bouleversés, sans toutefois les avoir complétement déplacés. Un tel remaniement, opéré sur des espaces considérables, nous indique l'existence, à une certaine époque, d'un courant très-étendu, dont on pourrait peut-être déterminer la direction en comparant les positions des parties intactes du dépôt, s'il y en a, avec celles des dépôts remaniés.

Brèches à silex de Louviers. — J'ai remarqué, au-dessous de la surface supérieure du plateau qui domine les vallées de la Seine et de l'Eure vers le confluent de ces deux rivières et que couvrent en partie les forêts de Pont-de-l'Arche et de Louviers, une formation qui présente une grande analogie avec celle des silex à ciment argileux d'Allogny. Les pentes des coteaux sont formées par la Craie blanche, dont toutefois les assises les plus récentes font défaut, sans doute parce qu'elles ont été détruites à une époque ancienne. Sur la portion restante de la Craie s'étend une couche, d'environ 1 mètre d'épaisseur,

(1) Une particularité assez curieuse de la coupe dessinée par M. Hébert consiste dans les bandes horizontales de silex que l'on voit au-dessus de la lettre M, et qui continuent dans l'argile le lit régulier qu'elles forment dans la craie. Voici comment on peut expliquer cette circonstance. Le lit de silex n'était pas assez continu pour que l'eau ne pût passer au travers, comme à travers un crible à très-larges mailles, en sorte que l'affouillement s'est prolongé de haut en bas entre les silex et même à une petite distance au-dessous. Les silex, néanmoins, adhéraient probablement entre eux par quelques points, et l'excavation n'ayant pas acquis de plus grandes dimensions, ils ont pu se maintenir momentanément en place, jusqu'à ce qu'une boue argileuse soit venue remplir le vide et les sceller de nouveau.

composée de silex généralement brisés, mais non altérés, à arêtes parfaitement vives, avec menus débris anguleux dans les interstices des silex plus gros; le tout solidement réuni par un ciment qui paraît une craie reconsolidée. C'est sur cette brèche que reposent les sables argilo-ferrugineux, à gros grains de quartz d'apparence granitique, qui recouvrent le plateau supérieur et dans lesquels sont ouvertes les sablières de Lubin. Un limon d'un brun foncé et de peu d'épaisseur recouvre d'ailleurs, dans quelques endroits, le dépôt sableux et forme la terre végétale.

Cette formation à silex anguleux peut être observée à l'ouest de Louviers, vers le haut de la montée de la route qui va de cette ville à La Haye-Malherbe. On en voit aussi quelques lambeaux sur la rive droite de l'Eure, vers le haut du coteau que gravit la route de Louviers à Heudebouville; mais, de ce côté de la vallée, la surface supérieure de la Craie paraît ravinée et bouleversée, et, si on s'avance vers l'est, on ne trouve plus au sommet du plateau qu'une formation argileuse, ressemblant à l'*Argile plastique* et contenant certains bancs qui ne paraissent pas continus et sont activement recherchés comme terre à foulon.

On m'a assuré que sur le plateau boisé de la rive gauche de l'Eure, dont j'ai parlé en premier lieu, la brèche à silex avait été rencontrée en des points très-divers au fond de sablières ou d'autres excavations. Il paraît même que des antiquaires ont cru reconnaître un béton romain dans le banc mis ainsi à découvert; la question aurait donné lieu, paraît-il, à quelques discussions et serait encore douteuse aux yeux de plusieurs personnes. La méprise, au surplus, est des plus excusables; car ce dépôt ressemble autant que possible à un lit de béton qui aurait été confectionné avec des silex tirés des carrières voisines et grossièrement concassés.

Ce dépôt, sauf la différence de la nature du ciment, est identique, dans ses caractères et dans sa position stratigraphique, avec l'Argile à silex d'Allogny; je suis disposé à le considérer comme faisant réellement partie de la même formation. Il serait intéressant de suivre cette brèche en remontant le cours de l'Eure et de chercher ses relations avec les dépôts de silex du Perche. J'ai toujours eu l'idée, ainsi que je l'ai déjà dit, que la matière argileuse qui empâte les silex d'Allogny était un des produits d'une lévigation de certains bancs de craie argileuse préalablement broyés par quelque agent naturel. Or, près de Louviers, il ne manque à la formation crayeuse que les assises supérieures correspondant à la Craie de Meudon et composées de la plus pure craie blanche; le broyage d'une telle craie dans un courant n'aurait pu donner qu'un limon calcaire. L'anomalie apparente que

présente la nature du ciment dans la brèche à silex viendrait donc à l'appui de mon hypothèse et de l'identification géologique des deux dépôts.

Age de l'Argile à silex d'Allogny. — L'Argile à silex d'Allogny nous montre, reposant sur la portion conservée de la Craie, une partie des matériaux qui ont appartenu aux assises supérieures détruites par un phénomène inconnu. Il n'y a donc place pour aucune autre formation entre la Craie et l'Argile à silex. On ne peut pas même objecter que les silex aient pu, lors de la dénudation de la Craie, être transportés sur d'autres points, et qu'ils auraient été ramenés, à une époque subséquente, à la place où nous les trouvons maintenant; ce qui aurait pu permettre à une formation intermédiaire de se déposer, puis de disparaître, pendant cet intervalle; l'état des silex est incompatible avec l'hypothèse de ces transports réitérés. L'Argile à silex d'Allogny est donc contemporaine de la grande dénudation qui a fait disparaître des épaisseurs plus ou moins considérables de craie dans toute la région sud et sud-ouest du bassin de Paris. S'il existait d'autres terrains tertiaires plus anciens, ce ne pourrait donc être que dans d'autres parties du bassin, où les choses se seraient passées différemment. Mais, comme je démontrerai, un peu plus loin, que l'Argile à silex d'Allogny est très-vraisemblablement antérieure aux *Poudingues de Nemours*, et comme il est d'ailleurs admis qu'il n'y a dans les parties centrale et septentrionale du bassin aucune couche tertiaire antérieure à ces poudingues, je puis conclure que l'Argile à silex d'Allogny est le plus ancien dépôt tertiaire existant dans le bassin de Paris.

Considérations générales sur les phénomènes de dénudation. — Avant de rechercher ce qui a pu donner lieu au dépôt des silex d'Allogny, je demande la permission de présenter quelques considérations, d'un ordre plus général, relativement aux conditions géologiques dans lesquelles s'est effectué ce dépôt.

Tout le monde connaît la coupe, pour ainsi dire classique, des terrains primaires du bassin de Mons, coupe dont la figure 5 (Pl. IV) reproduit grossièrement la physionomie générale. Sur les terrains silurien, dévonien, carbonifère et houiller, dont les couches sont remarquablement froissées et plissées en zig-zag, par l'effet d'une compression latérale, s'étendent, presque horizontalement, les couches, A, B, du terrain crétacé. Or, ce dernier n'a pu se déposer ainsi sur les tranches des couches plus anciennes, immédiatement après le froissement de ces dernières; le profil, à ce moment, devait en effet avoir quelque analogie avec celui du massif montagneux que j'ai figuré en lignes ponctuées; et il a fallu qu'un agent mécanique quelconque soit venu niveler le terrain, le raboter en quelque sorte, en enlevant tout

ce qui dépassait la surface qui devait devenir plus tard la base du terrain crétacé.

Pour expliquer une ablation on est toujours porté à invoquer d'abord l'action érosive des eaux. Mais je ferai remarquer que l'eau, ayant la propriété de se rassembler toujours dans les parties les plus basses, y acquiert son maximum de masse et de vitesse, en sorte qu'elle creuse de préférence les thalwegs, sans abaisser notablement les sommets, surtout quand ils sont constitués par des roches solides; elle accentue donc les reliefs du sol bien plutôt qu'elle ne les efface. Les pluies ont façonné, déchiqueté les aiguilles hardies qui couronnent les cîmes des Alpes; les torrents ont creusé les ravins qui déchirent les flancs des montagnes; les fleuves ont tracé leur lit dans le fond des vallées et parfois donné lieu à des *cluses* profondes, comme à la Perte du Rhône. Mais nulle part nous ne voyons l'eau faire une plaine d'un terrain accidenté, et la mer elle-même a respecté les montagnes presque submergées dont les sommets forment les îles. Peut-être un cours d'eau tellement considérable que les collines ne seraient auprès de lui que de simples taupinières, pourrait-il les balayer tout entières; mais, dans tous les cas, une telle hypothèse nous transporte dans un ordre de faits tels qu'aucun phénomène observable ne peut nous en donner une juste idée.

Le nivellement d'une vaste région par voie d'ablation paraît s'être produit plusieurs fois depuis l'origine des temps géologiques; c'est donc un phénomène digne de notre attention, mais qui me semble être resté jusqu'ici sans explication bien satisfaisante. Cette explication, je n'ai nullement la prétention de la donner; il se peut même qu'aucune théorie unique ne soit applicable à tous les faits du même genre qui se sont produits à différentes époques.

Si j'ai fait la digression qui précède, c'est pour en venir à ceci : entre l'époque des derniers dépôts crétacés et celle des premiers dépôts tertiaires, il s'est passé un grand phénomène de dénudation, dont l'Argile à silex est la trace, et qui, sans être aussi caractéristique que celui que j'ai cité ci-dessus pour faire comprendre ma pensée, paraît avoir avec lui une certaine analogie au point de vue des effets produits. La dénudation a été considérable, puisque de toute la formation crayeuse il n'est resté, dans plusieurs régions étendues, que quelques couches inférieures; et ce qui prouve bien que les étages supérieurs avaient existé et ont été détruits, c'est l'importance des dépôts de silex résidus de cette destruction, qui atteignent en certains endroits 30 et 40 mètres d'épaisseur. Or, il semble qu'un courant doué de la puissance de produire une telle destruction aurait dû acquérir son maximum de force vive au fond des plis inférieurs que pouvait pré-

senter à cette époque le terrain crétacé, et convertir ces plis en profondes vallées, comparables pour le moins à celles qui ont raviné la Craie à des époques subséquentes et dans le fond desquelles des rivières telles que la Seine et le Cher ont creusé leur lit actuel (1). Mais il n'en est rien ; et si l'érosion de la Craie n'a pas produit une surface absolument plane, elle paraît du moins n'avoir laissé subsister que de très-larges ondulations, comparables, sinon identiques, à celles qu'avait produites antérieurement une légère compression horizontale du sol dans le bassin parisien. On peut même conjecturer que l'érosion a plus particulièrement exercé son action sur les points les plus proéminents; car, si l'on ajoutait à la Craie, à Humbligny par exemple, et dans bien d'autres endroits, toutes les couches supérieures qui manquent, on arriverait à des altitudes qui ne permettent guère de supposer avec quelque vraisemblance que ces points fussent précisément des bas-fonds au commencement de l'époque tertiaire.

Maintenant, quel est l'agent qui a pu détruire les parties tendres de la Craie et en déposer les silex dans l'état où nous les voyons à Allogny? Tel est le grand problème géogénique que je veux essayer ici, sinon de résoudre, du moins de discuter.

Origine de l'Argile à silex d'Allogny. — La première hypothèse qui se présente à l'esprit est celle des courants. Mais elle est incompatible avec l'absence de toute usure sensible des silex, et l'on ne comprendrait pas qu'un courant qui aurait eu le pouvoir de faire disparaître une masse crayeuse d'au moins 100 mètres d'épaisseur sur 20 à 30 milliers de kilomètres carrés, ait été incapable de rouler des cailloux dont une grande partie n'a pas la grosseur du poing. Quant à l'action destructive des vagues de la mer, elle n'est pas plus admissible.

Une seconde hypothèse est celle d'une eau minérale qui aurait dissous le calcaire, en laissant seulement subsister les silex. A cet égard, je ferai remarquer, d'abord, que l'absence de toute altération des silex me paraît exclusive d'un séjour de ceux-ci dans une eau fortement minéralisée. Rien que par une exposition suffisante aux agents atmosphériques, les silex se modifient profondément dans leur aspect, dans leur couleur, dans leur état d'hydratation. La plupart des silex remaniés, ayant été, sans doute, en contact avec des eaux ferrugineuses, ont pris les diverses teintes, rouges ou brunes, qui caractérisent l'oxyde de fer dans ses divers états. D'un autre côté, les eaux minérales ont déposé sur leur passage quelques minéraux révélateurs de leur

(1) Je démontrerai un peu plus loin, dans le paragraphe relatif aux relations du terrain lacustre avec l'Argile à silex, que la grande plaine qui comprend les vallées de l'Arnon, du Cher et de l'Yèvre, est le résultat d'une érosion postérieure aux Argiles à silex d'Allogny.

présence : pyrite, gypse, chaux carbonatée lamellaire, chaux phosphatée, silice, etc. Ici, au contraire, pas le moindre indice de minéralisation ni de réactions chimiques quelconques, et les silex que l'on extrait de leur gangue argileuse sont identiques avec ceux qu'on pourrait extraire d'une colline crayeuse intacte.

Ces circonstances rendent bien peu probable l'intervention d'une eau thermale ou minérale d'une composition tant soit peu complexe, et ne permettent guère de supposer qu'une eau simplement acide. Mais, en admettant cette eau acide, je comprendrais qu'elle eût creusé dans le calcaire de profonds sillons ou de vastes poches; ainsi on doit peut-être expliquer par l'action érosive d'une telle eau ces entailles irrégulières, à fond anguleux, qui semblent des élargissements des fissures antérieures de la roche, qui sont aujourd'hui remplies d'une argile rouge avec silex altérés et grains de quartz, et dont les coupes naturelles donnent un aspect si original à certains escarpements crayeux de la Normandie (1). Mais il n'y a aucune espèce de rapport entre ces dispositions et celles de l'Argile à silex d'Allogny, qui, avant les grandes érosions des périodes tertiaire et quaternaire, devait s'étendre en une couche puissante sur d'immenses étendues. Ce n'est pas une source, un ruisseau, une rivière, mais une mer d'eau acide, qu'il faudrait invoquer pour expliquer la première grande érosion de la Craie; et l'hypothèse, en elle-même, est déjà assez hardie. De plus, cette mer acide, si elle eût existé, aurait baigné la Craie blanche, la craie la plus calcaire, celle qui aurait dû être la plus soluble et qui est restée pourtant inattaquée dans toute la partie centrale et déprimée du bassin, tandis que dans la zone périmétrique du Sud-Ouest, qui devait former un léger bourrelet saillant dû à un relèvement graduel des couches jurassiques pendant la période crétacée, la Craie marneuse elle-même a en grande partie disparu.

Il me paraît évident que c'est parmi les agents mécaniques, et non parmi les agents chimiques, qu'il faut chercher l'explication des faits dont il s'agit. Je n'ajouterai plus qu'une seule remarque : c'est que, dans le cas où l'identité d'origine que je présume exister entre les brèches à ciment calcaire de Louviers et les silex à gangue argileuse d'Allogny, serait définitivement confirmée, toute hypothèse d'érosion par les eaux acides serait, par cela seul, réduite à néant.

Après la force mécanique de l'eau et la dissolution chimique, je n'entrevois plus qu'une troisième hypothèse, celle de l'action glaciaire. Lorsqu'étant descendu dans les excavations d'où l'on extrait l'argile à silex d'Allogny, j'ai examiné avec attention cet amas confus de cailloux

(1) Voir la figure 6 de la planche IV.

anguleux, qui ne me rappelait ni les sédiments, ni les matériaux qu'on voit dans le lit des torrents, ni les diluviums d'aucune époque, je me suis demandé si je n'avais pas devant les yeux une de ces *moraines profondes* que forment, entre la glace et la roche sous-jacente, les débris de tous les matériaux broyés par les glaciers, et si cette matière argileuse qui enveloppe les cailloux ne serait pas une boue glaciaire. Cette idée m'a paru, depuis, susceptible d'être développée de la manière suivante.

Concevons un immense glacier qui aurait recouvert le terrain crétacé; l'action combinée de son poids, de son mouvement de progression et des eaux qui circulaient au-dessous de lui, ont dû nécessairement opérer le broyage graduel d'une roche aussi tendre et aussi facile à réduire en bouillie que la craie. Presque toutes les parties les plus ténues provenant de ce broyage auront été enlevées, à mesure de leur formation, par les torrents sortant du glacier. Beaucoup de silex se seront trouvés enchassés dans la masse de glace, à mesure que les lits crayeux qui les contenaient auront été atteints par celle-ci, et ils auront formé de dures aspérités à la surface inférieure de cette immense meule, dont la puissance se sera ainsi trouvée considérablement accrue. Mais, si les silex résistent assez bien au frottement, ils sont, par contre, assez fragiles; ils auront cédé fréquemment à la pression de la glace et se seront ébréchés et raccourcis. Ils n'étaient pas d'ailleurs si fortement scellés dans la glace qu'ils ne pussent quelquefois tourner un peu sur eux-mêmes; ils doivent donc avoir perdu, par des enlèvements d'éclats successifs, leurs parties les plus proéminentes, et avoir été réduits finalement à ces formes ramassées qui caractérisent un grand nombre des silex d'Allogny. D'autre part, nous devons retrouver, et nous retrouvons en effet, parmi les silex les moins gros, une partie des éclats tranchants détachés des plus gros cailloux, ainsi que les débris anguleux de ceux de ces éclats qui ont été réduits, à leur tour, en plus petits fragments.

Il n'y a, à la surface des silex d'Allogny, aucunes stries glaciaires bien caractérisées. Mais, dans le cas particulier dont il s'agit, on conçoit que ces stries n'aient pas dû se produire. Toutes les circonstances, en effet, étaient défavorables au striage : homogénéité et dureté égales de part et d'autre dans tous les cailloux qui pouvaient se trouver en contact; disposition des pointes de silex à s'égrainer immédiatement sous la pression; surfaces souvent rugueuses, cavités, nodosités, qui mettaient obstacle au glissement. Je ferai remarquer, d'ailleurs, que la craie n'est pas assez solide pour avoir constitué une surface inclinée sur laquelle le glacier ait pu se mouvoir en donnant lieu à de simples frottements. Chacun des cailloux saillants entraînés par la glace

a dû, au contraire, labourer la craie à la manière d'un soc de charrue, et c'est en venant buter contre lui, qu'il aura, en général, attaqué un autre silex qui se trouvait sur son chemin ; rencontre qui n'a dû avoir pour conséquence que l'arrachement ou la rupture de l'un ou de l'autre.

Malgré la dureté relative du silex, on conçoit que le frottement très-prolongé de la craie, même détrempée, ait pu finir par altérer légèrement sa surface. Eh bien ! cette prévision paraît se trouver, jusqu'à un certain point, réalisée. Quelle que soit la fraîcheur apparente des cassures dans les silex d'Allogny, leur état n'est pas, ce me semble, absolument exclusif d'un frottement que leur aurait fait subir une matière peu dure et légèrement ductile, comme la craie humectée. Si l'on examine avec attention quelques-uns de ces cailloux, en se plaçant au fond d'une chambre éclairée par une seule fenêtre, de manière à recevoir le moins possible de lumière diffuse, si alors on fait miroiter successivement les diverses surfaces, on reconnaît qu'elles n'ont pas toutes le même éclat, et je ne puis mieux donner l'idée des nuances que j'ai cru apercevoir dans leur aspect, qu'en les comparant à plusieurs limes très-fines, dont l'une sortirait des mains du fabricant, et dont les autres, ayant un peu servi, auraient les extrémités de leurs dents émoussées par des facettes presque microscopiques et plus ou moins perceptibles. D'ailleurs les faces des silex que leur position désigne comme ayant été produites par les derniers éclats sont celles dont la cassure est la plus mate.

En définitive, l'hypothèse glaciaire me paraît, bien mieux que les autres, rendre compte de toutes les particularités physiques que présentent les dépôts d'argile à silex d'Allogny. Mais l'esprit hésite, j'en conviens, devant l'étrangeté de l'hypothèse elle-même. Le bassin de Paris est dépourvu de montagnes, aussi bien que la région qui l'entoure, et l'on ne sait vraiment où placer l'origine de l'immense glacier supposé. Ce glacier aurait dû marcher du nord au sud, ou du nord-est au sud-ouest, puisque c'est surtout sur les confins sud et sud-ouest du bassin crayeux que les silex se trouvent rassemblés. Les glaces qui couvrent les environs du pôle arctique auraient-elles donc, avant l'apparition de la période tertiaire, étendu leur manteau jusque vers le 47e degré de latitude??

5° **Sables à silex de la Sologne.** — Au-dessus de l'Argile à silex, et reposant immédiatement sur elle, on trouve, sur tous les plateaux du Sud de la Sologne, un autre dépôt, le Sable à silex, qui s'en sépare d'une manière tranchée. La surface séparatrice, très-nette, paraît peu régulière et ravinée. Les silex, qui sont parfois en grande abondance dans ce dépôt, sont tous plus ou moins altérés; ils se

distinguent, par conséquent, à première vue, de ceux de l'Argile à silex. Quelques-uns ont blanchi, en perdant une partie de leur eau de constitution ; les autres sont devenus d'un jaune de rouille, par suite du passage du fer à l'état de peroxyde hydraté. La plupart ont encore des formes anguleuses, mais les surfaces sont corrodées ou usées ; les arêtes ne sont jamais bien vives ; elles sont fréquemment tout à fait arrondies. Ces cailloux, irrégulièrement mélangés dans un sable siliceux d'une masse plus considérable que la leur, ont été roulés avec ce sable, évidemment par un courant torrentiel, dont l'effet toutefois n'a pas été assez prolongé pour les amener à l'état de galets.

Ces silex provenaient originairement de la Craie, ainsi que le prouvent des traces de fossiles ; ils n'ont pu être arrachés par l'eau qu'à la formation sous-jacente de l'Argile à silex. Ici l'argile a disparu, sans doute délayée dans l'eau et emportée par le courant. Mais d'où vient le sable lui-même ? Telle est la difficile question à résoudre.

La faible usure des silex, qui évidemment n'ont pas été transportés à une fort grande distance de leur position primitive, exclut l'idée que le sable puisse être, en totalité, le produit de cette usure. La première idée qui se présente est qu'entre l'époque du dépôt de l'Argile à silex et celle du phénomène géologique qui a mélangé le sable et les silex, il s'est formé une couche de sable tertiaire. Un courant diluvien, dont la direction et la cause nous sont inconnues, aurait alors irrégulièrement affouillé la surface du sol, mélangé plus ou moins les cailloux et le sable, et, vraisemblablement, emporté au loin une partie de ce dernier.

On pourrait encore supposer que des sables correspondant à ceux du Perche et intercalés entre la Craie glauconieuse et la Craie marneuse à *Inoceramus labiatus*, auraient été mis quelque part presque à découvert, sans être toutefois enlevés, par le phénomène d'érosion qui a accompagné le dépôt de l'Argile à silex. Le courant diluvien qui serait venu ensuite aurait trouvé dans ces sables un des éléments de la formation qui nous occupe. Cette hypothèse se trouverait d'accord avec la circonstance qu'au sud du Perche, où ces sables existent et sont demeurés en place, le Sable à silex n'a pas été signalé.

Enfin, on pourrait se demander si le courant qui a partiellement dénudé l'Argile à silex n'aurait pu porter avec lui et déposer, parmi les cailloux arrachés à la formation sous-jacente, du sable dont l'origine, peut-être très-lointaine, serait en tout cas complétement étrangère au bassin de Paris.

En définitive, de nouvelles études me paraissent nécessaires pour décider quelle est l'origine du sable dans la formation dont il s'agit, et si un temps plus ou moins long s'est écoulé entre le dépôt de l'Argile à silex et celui du Sable à silex.

6° **Terrain superficiel** *et* **Poudingue tertiaire.** — J'ai dit qu'une couche superficielle particulière couvrait les plateaux de la région sud-est de la Sologne et enveloppait, de toutes parts, les collines de cette région. Cette couche a sensiblement la même composition lithologique que la formation du Sable à silex, et elle a dû être très-souvent confondue avec elle. Il suffit néanmoins d'observer avec soin une coupe encore fraîche et montrant les deux terrains superposés, pour distinguer leur limite séparative. Sur les coteaux, la couche superficielle recouvre et dérobe le plus souvent à la vue les tranches de l'Argile à silex ou des couches crétacées; dans ce dernier cas elle se trouve parfois mélangée avec une certaine quantité des matériaux dont ces couches se composent. Ce dépôt superficiel n'est donc, en définitive, que celui qu'ont laissé, en se retirant, les eaux torrentielles qui ont creusé pour la dernière fois, et bien postérieurement au dépôt de l'Argile à silex et du Sable à silex, les profondes vallées qui sillonnent aujourd'hui la contrée.

Poudingues siliceux. — La couche irrégulière dont il vient d'être question offre par elle-même peu d'intérêt. Ce qui en présente davantage, ce sont des blocs, parfois volumineux, de poudingue siliceux qui gisent çà et là, tantôt reposant à la surface du terrain superficiel, tantôt à demi enfouis dans ce même terrain. Ces poudingues ont pour noyaux des silex imparfaitement arrondis, colorés par l'oxyde de fer en rose, en jaune d'ocre ou en rouge sanguin; leur ciment est un grès siliceux, lustré et très-dur (1).

Les blocs de poudingue, que j'ai désignés par la lettre P sur la coupe idéale (Pl. IV, fig. 2), se rencontrent depuis le sommet des collines jusqu'au fond des vallées; ils reposent même quelquefois sur les terrains jurassiques ou lacustres; j'en connais un dans ce dernier cas, dont le volume est de plusieurs mètres cubes et qui a été considéré, mais à tort, comme une pierre druidique transportée là par l'industrie humaine. Ces blocs, dont la forme générale est celle de fragments

(1) Il faut bien se garder de confondre les poudingues à ciment siliceux dont il s'agit, avec d'autres poudingues à ciment brun, argilo-ferrugineux, contenant des traces de matière organique, qui sont connus en Sologne sous les dénominations de *tuf* ou de *chamerons*. Ces derniers se trouvent souvent en abondance à de faibles profondeurs au-dessous du sol, dans le Sable à silex proprement dit, ou dans la couche superficielle de remaniement. Ces agrégations sont le résultat de l'infiltration des eaux pluviales qui, après s'être chargées, en traversant la terre végétale, de diverses substances organiques et minérales, déposent plus bas ces mêmes matières, sous forme de concrétions, dans les interstices du sable et des cailloux. C'est là une production tout-à-fait récente et qui, je crois, se continue encore journellement. Les poudingues à ciment siliceux, que l'aspect et les caractères minéralogiques permettent d'ailleurs de distinguer au premier coup d'œil, datent, au contraire, de l'époque éocène.

irréguliers, sont d'ailleurs considérablement usés sur toutes leurs surfaces, et leurs parties saillantes, ainsi que leurs arêtes, sont très-largement arrondies. Il me paraît évident que, n'ayant pu être entraînés par les courants aussi loin que les sables et les silex de grosseur ordinaire, ils ont éprouvé, de la part de ces derniers, des frottements multipliés.

Le déplacement de blocs aussi volumineux, bien qu'il ait coïncidé avec les cataclysmes qui ont creusé de grandes vallées, celle par exemple que sillonnent à la fois l'Yèvre et le Cher et qui a, par endroits, plus de 20 kilomètres de large, aurait lieu de surprendre si les blocs avaient été littéralement transportés par l'eau. Mais on peut supposer que le plus souvent celle-ci n'a fait que ronger les coteaux, d'ailleurs peu agrégés, et que les blocs, par suite de l'ablation de leurs supports, sont tombés au-dessous du point où ils étaient primitivement. Il a pu se produire aussi de vastes éboulements, et quelques blocs auront roulé jusqu'à une distance notable de leur point de départ.

Dans quelques localités les blocs de poudingue paraissent former des bancs sur le sommet des collines et au-dessus des Sables à silex. Tout porte à croire que c'est bien là leur gisement primitif. Toutefois, comme les terrains ébouleux recouvrent en partie les poudingues, comme les parties visibles présentent des traces d'altérations et de dislocations, je n'oserais affirmer avoir vu les bancs *en place*.

Les poudingues siliceux ne peuvent pas provenir directement de l'Argile à silex. La forme plus arrondie des noyaux, l'absence d'argile dans le ciment, la présence de grains de sable au milieu de ce dernier, en sont des preuves certaines. Ils pourraient au contraire n'être qu'une agglutination des Sables à silex. Je suis toutefois porté à croire qu'ils appartiennent à une couche supérieure spéciale et ayant subi un second remaniement; il reste encore là quelque chose à étudier. Quoi qu'il en soit, on ne peut douter qu'à une certaine époque des eaux minérales chargées de silice ne soient venues consolider le mélange des silex et du sable dans toute l'étendue soumise à leur action.

Les poudingues siliceux ont dû recouvrir une grande étendue superficielle. M. Ch. Martins les a reconnus en Bourgogne, reposant autour d'Avallon sur le Lias, à Chatel-Censoir et à Clamecy sur le Corallien (1). On les rencontre presque partout sur la lisière méridionale de la Sologne. M. Hébert les a vus, toujours avec le même faciès, dans la Touraine et l'Anjou (2). M. Ch. Martins a encore signalé leur présence entre Chartres et Chateaudun (3). Cette extension géographique montre bien

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. VIII, p. 481.
(2) *Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 456 et s.
(3) *Loc. cit.*

qu'il ne s'agit pas d'un accident local, mais d'une formation qui a une véritable importance géologique.

Les poudingues siliceux se sont-ils déposés au fond d'une mer ou d'un lac, sous la forme d'une couche presque continue qui aurait été brisée lorsque des phénomènes postérieurs ont emporté les matériaux meubles qui la supportaient? Ou bien n'y a-t-il jamais eu qu'une suite de bancs isolés, dont chacun n'avait qu'une très-petite étendue? Ont-ils pris naissance près de sources qui surgissaient pendant une époque d'émersion? Ce sont là des questions que, pour le moment, je ne suis pas en état de résoudre.

Age des poudingues siliceux. — Dans tous les cas, les poudingues siliceux sont caractéristiques d'une époque géologique spéciale; j'ai déjà dit qu'ils étaient postérieurs à l'Argile à silex. En admettant que les matériaux qui les composent soient ceux des Sables à silex, ils viendraient, dans l'ordre chronologique, immédiatement après cette dernière formation. En effet, les Sables à silex ont été déposés dans un courant plus ou moins tumultueux, et ce ne peut être que pendant l'époque de repos qui a suivi, que sont apparues les sources geysériennes à l'influence desquelles est due, sans aucun doute, la soudure des silex. On pourrait concevoir, à la rigueur, que les poudingues siliceux fussent encore plus récents, mais ils ne peuvent pas être plus anciens que je ne viens de le dire. MM. Dujardin (1) et Hébert (2) les ont assimilés aux poudingues plus anciennement connus des environs de Nemours. Rien ne me paraît plus plausible que cette assimilation; mais on voit que les *Poudingues de Nemours*, qui avaient été longtemps considérés comme la première formation tertiaire, se trouvent, par là, notablement rajeunis.

6° **Terrain lacustre de Mehun-sur-Yèvre.** — La coupe représentée à la figure 7 de la planche IV est prise suivant la ligne C D de la carte (fig. 1). Cette ligne passe par l'emplacement de l'ancien moulin à vent d'Allogny, point trigonométrique de la Carte de France. Les collines à droite de la figure reproduisent, sur une plus petite échelle, les dispositions de la figure 2; elles sont formées par le terrain crétacé, que surmontent les couches tertiaires à silex. Au pied de ces collines s'étend une formation lacustre, reposant elle-même sur le terrain jurassique. Des exploitations de minerais de fer, près du château des Fontaines, ont donné lieu à des travaux qui ont parfaitement mis en évidence les couches jurassiques, qui ne sont en ce point qu'à quelques mètres au-dessous du sol.

(1) *Mémoire sur les couches du sol en Touraine* (*Mém. Soc. géol.*, 1re sér., t. II, n° IX), p. 81.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIX, p. 458.

La formation lacustre occupe le fond d'une vallée d'érosion très-spacieuse, dans laquelle ont été creusées ultérieurement trois autres vallées d'un ordre inférieur, celles de l'Arnon, du Cher et de l'Yèvre (1).

Constitution du terrain lacustre. — Ce terrain consiste principalement dans une formation marneuse, contenant des bancs intercalés de meulière et de calcaire. Les marnes lacustres, qui, en raison de la grande rareté des fossiles, ont été souvent confondues avec la Craie marneuse, contiennent généralement 60, et quelquefois jusqu'à 80 pour 100 de carbonate de chaux; le reste est, en grande partie, de la silice, en sorte que ce sont, à proprement parler, moins des marnes qu'un calcaire siliceux non agrégé. Elles commencent à être exploitées, sur un grand nombre de points, pour le marnage des champs (2).

Cette formation résulte évidemment, en majeure partie, de concrétions, les unes calcaires, les autres siliceuses, dues à la présence d'anciennes sources minérales; aussi n'y observe-t-on pas les couches régulières et superposées qui caractérisent les véritables sédiments. Les meulières forment des bancs quelquefois assez étendus, mais qui pourtant ne semblent pas occuper toute la superficie du bassin; il en est de même des bancs calcaires, qui passent souvent, par transitions insensibles, au calcaire friable, puis à la marne siliceuse. Tout ce terrain a éprouvé des froissements; on y voit fréquemment des traces de dislocations et de remaniements; mais des infiltrations attribuables aux sources minérales ont ressoudé les fissures.

La couche d'argile jaune renfermant des minerais de fer pisolithique, que j'ai déjà signalée comme affleurant aux Fontaines et qui s'enfonce en cet endroit sous les marnes d'eau douce, se prolonge certainement sous toute cette formation, car on en voit réapparaître des lambeaux sur la lisière opposée du bassin, près des rives de l'Arnon. Dans une récente communication (3), M. Douvillé a fait voir que les minerais de fer doivent être considérés comme une dépendance du terrain tertiaire lacustre (4).

(1) La *Carte géologique de la France*, reproduite en partie par M. Raulin (*op. cit.*), indique, outre le calcaire lacustre, les terrains jurassique et crétacé dans l'espace angulaire compris entre l'Arnon et le Cher et qui a son sommet à Vierzon; il y a là une erreur: tout cet espace, sauf l'angle extrême touchant à la ville de Vierzon, est exclusivement formé par le Tertiaire lacustre.

(2) Les grandes marnières des Crètes, près de Vierzon, qui fournissent la marne à une partie de la Sologne, sont ouvertes dans le terrain lacustre, et non dans la Craie, comme on l'a dit quelquefois.

(3) *Suprà*, p. 104.

(4) Le terrain sidérolithique recouvre néanmoins le terrain jurassique sur d'assez grandes étendues où l'on ne voit aucune trace du calcaire d'eau douce (St-Éloi, Vasselay, St-Georges, St-Martin, Allogny, au nord de Bourges); cela pourrait faire

Relations du terrain lacustre avec les terrains à silex de la Sologne, et âge de ce terrain. — L'Argile et le Sable à silex, qui couronnent toutes les hauteurs dans une région qui s'étend beaucoup au-delà de la coupe (fig. 7), n'auraient pu évidemment se déposer dans cette situation si les couches crétacées qui les supportent n'avaient été continues et prolongées bien au-delà de leurs limites actuelles. Les érosions qui ont isolé les collines crétacées sont donc postérieures à l'Argile à silex d'Allogny, au Sable à silex de la Sologne, et aux poudingues que nous assimilons à ceux de Nemours ; elles ont d'ailleurs attaqué même le terrain jurassique. Le terrain d'eau douce de Mehun-sur-Yèvre s'est déposé dans une des grandes dépressions formées par ces érosions; il est donc plus récent que les terrains tertiaires de la Sologne mentionnés ci-dessus. Il a été pendant longtemps considéré comme contemporain du Calcaire de Beauce. Mais la même opinion avait été, sans plus de raison, admise au sujet des calcaires d'eau douce du Perche, du Maine, de la Touraine et de l'Anjou, jusqu'à ce que M. Hébert eût fait voir que ces calcaires correspondaient à ceux de Saint-Ouen (1). Quant au terrain lacustre du Berry, M. Douvillé (2), s'appuyant surtout sur des considérations stratigraphiques, vient de démontrer qu'il est synchronique des *Meulières et Calcaires de Brie.* Il serait néanmoins intéressant de confirmer le fait par des preuves tirées de l'étude des fossiles; malgré l'excessive rareté de ces derniers, je ne désespère pas d'en rencontrer un jour quelques échantillons déterminables.

L'érosion qui a creusé le lac où s'est déposé le terrain d'eau douce n'est pas le dernier phénomène de ce genre qui ait eu lieu pendant la période tertiaire. En effet le terrain lacustre lui-même a subi d'importantes ablations, à une ou plusieurs époques que je ne puis déterminer, et les vallées proprement dites de l'Yèvre et du Cher ont été creusées dans ce terrain. En même temps que ces phénomènes se passaient, les coteaux crétacés étaient attaqués par les eaux et vraisemblablement reculés ; la preuve en est dans ces blocs de poudingues siliceux qui gisent aujourd'hui sur le terrain d'eau douce. Si la distance entre la lisière de cette dernière formation et les escarpements crétacés eût été, dès le principe, aussi grande qu'aujourd'hui, le transport de certains blocs à cette distance deviendrait assez difficile à expliquer.

croire, au premier abord, que les minerais de fer dépendent du terrain jurassique. Peut-être les assises calcaires du terrain sidérolithique ne se sont-elles pas déposées dans les localités que je viens de citer; peut-être ont-elles disparu par suite de dénudations.

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XIX. p. 115.

(2) *Suprà*, p. 104.

M. **Douvillé** fait observer que la formation appelée *craie marneuse* par M. de Cossigny est de la *gaize* parfaitement caractérisée. Quant à l'*argile à silex*, elle est, sans nul doute, due à une action chimique et non à une action mécanique; c'est ce qui explique pourquoi les silex ne sont pas brisés.

M. **de Cossigny** répond qu'il a appelé *craie marneuse* la couche en question, parce que les fossiles qui s'y trouvent sont ceux de la *Craie proprement dite* et non ceux du niveau de la *Gaize de l'Argonne;* il sait bien d'ailleurs que cette couche est de la gaize au point de vue minéralogique.

M. **Vélain** fait une communication sur l'**éboulement** survenu dans le cirque de **Salazie** (île de **la Réunion**).

Séance du 7 février 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Roux, Directeur des mines de Beni-Aquel, près Tenès (Algérie), présenté par MM. Aguillon et Garreau.

Sur la proposition du Conseil, la Société décide que la réunion extraordinaire de cette année aura lieu à Châlon-sur-Saône et Autun, du 24 au 31 août.

M. Bioche analyse le mémoire suivant :

Sur les terrains **jurassiques supérieurs** *de la* **Haute-Marne** *comparés à ceux du* **Jura suisse** *et* **français**, par M. Maurice **de Tribolet.**

L'étude de la géologie dans le Jura remonte au siècle dernier. Louis Bourguet, professeur de philosophie à Neuchâtel, peut en être considéré comme le promoteur. Son *Traité des pétrifications*, paru en 1742, est le premier ouvrage qui traite de la géologie jurassienne (1). Dans les soixante planches qui accompagnent ce travail, Bourguet figure un

(1) Avant Bourguet, Scheuchzer, Lang et Guettard avaient déjà publié, dans leurs ouvrages, quelques notes bien imparfaites sur la géologie du Jura. Guettard fit pa-

grand nombre de fossiles provenant des terrains jurassiques et crétacés du Jura neuchâtelois.

Après Bourguet, ce ne fut que dans les vingt ou trente premières années de notre siècle, que la géologie jurassienne (1) trouva de nouveaux interprètes. Les bases en furent jetées par L. de Buch, Hugi, Mérian, Rengger, Voltz, Thirria, Thurmann, de Montmollin et Nicolet. Depuis, MM. Boyé, Choffat, Contejean, Delbos et Koechlin, Desor, Étallon, Falsan, Greppin, Gressly, Jaccard, Jourdy, Lang, Marcou, Mœsch, Moûsson, Müller, Ogérien, Parisot, Résal, Studer, Stutz, de Tribolet, Vézian, Waagen, Würtenberger, etc., l'ont mise au niveau de celle des pays les plus connus.

De bonne heure, l'étude de la géologie du Jura a fait naître le besoin d'études synchronistiques, c'est-à-dire de recherches faites dans le but de découvrir dans les autres pays les équivalents ou plutôt les représentants de ses assises. Thurmann, qui tenta les premiers essais, n'obtint pas des résultats bien satisfaisants. Croyant reconnaître dans nos terrains jurassiques supérieurs le Coral-rag anglais, pour lui, toutes les voûtes et tous les crêts du Jura étaient coralliens. Mais, depuis lors, plusieurs géologues nous ont fourni des données nouvelles, qui nous facilitent maintenant sensiblement ces recherches. Ainsi, nous savons actuellement que les deux parties occidentale (faciès franco-suisse) et orientale (faciès helvéto-souabe) du Jura suisse renferment des assises d'âge contemporain et, par conséquent, synchroniques. Quant au Jura français, à la Haute-Saône et à la Côte-d'Or, le faciès des terrains jurassiques supérieurs y est en partie différent de celui que nous trouvons dans le Jura proprement dit. Cependant nous possédons assez de travaux pour nous permettre de les paralléliser d'une manière plus ou moins certaine.

Jusqu'ici, toutefois, les recherches synchronistiques des géologues jurassiens ne s'étaient pas étendues hors de leur pays et n'avaient jamais eu pour objet les terrains du bassin parisien. La valeur stratigraphique des différents faciès pétrographiques que nous montrent plusieurs de ces terrains, n'ayant pas été comprise dès l'abord, il n'est point étonnant que les études dont ils ont été l'objet aient duré longtemps avant d'arriver à des résultats satisfaisants. Il a, en effet, fallu un certain temps pour assigner à chacune de ces assises la place qu'elle doit remplir dans la série géologique. On saura donc gré à MM. Royer,

raître la première carte géologique de la Suisse en trois couleurs. Il y distingue le Jura, la plaine et les Alpes, comme trois zones *marneuse*, *sableuse* et *calcaire*.

(1) Je n'entends parler ici que du Jura suisse et français, dont la limite occidentale paraît être naturellement formée par la vallée de l'Ognon.

Tombeck et Pellat, d'avoir fait de la Haute-Marne et du Boulonnais les régions du bassin parisien dans lesquelles la série des terrains jurassiques supérieurs peut être le mieux étudiée.

Pensant qu'il y aurait quelque intérêt, pour une connaissance plus complète de la stratigraphie du Jura, à jeter quelques coups-d'œil sur les analogies géologiques et paléontologiques qui peuvent exister entre les terrains jurassiques supérieurs de la Haute-Marne et du Boulonnais et ceux du Jura, j'ai entrepris une première étude comparative que je me permets de présenter aujourd'hui à la Société.

Ayant eu l'occasion de faire l'année passée une excursion dans ces deux pays, j'ai eu le plaisir d'y être guidé par mes confrères, MM. Tombeck, Royer et Pellat. Je tiens à leur en témoigner ici toute ma reconnaissance.

L'étude des terrains des vallées du Rognon et de la Marne a été le principal but de nos courses dans la Haute-Marne. Nous avons commencé par relever la succession normale des assises dans la vallée du Rognon. A partir de Donjeux, nous visitâmes successivement les localités de Saucourt, Doulaincourt, Roche, Rimaucourt, Manois et Raynel, dans lesquelles je pus me faire une juste idée du développement qu'y atteignent les terrains callovien, argovien, rauracien (1) et séquanien. Roocourt et Vouécourt, dans la vallée de la Marne, nous ont montré une partie de ces terrains sous un faciès pétrographique différent.

Dans ses travaux fondamentaux sur la géologie de la Haute-Marne, notre honorable confrère, M. Royer, ne distinguait que deux zones dans le Callovien : l'inférieure formée par les marnes ferrugineuses (Callovien proprement dit), la supérieure par les marnes pyriteuses (Oxfordien intérieur). Les recherches faites depuis lors par M. Tombeck, de concert avec M. Royer, ont amené ces auteurs à reconnaître un

(1) Je remplace ici le nom de *Corallien* par celui de *Rauracien*, proposé par M. Greppin *(Essai géol. sur le Jura)* en 1867. Je crois qu'il sera très-profitable pour la géologie d'accepter ce changement. Le terme *Corallien* a donné si souvent lieu à des malentendus, qu'il est temps, ce me semble, de l'éliminer de la nomenclature stratigraphique. Du reste, il y a déjà longtemps que M. Marcou a dit qu'il fallait substituer au mot *Corallien* un nom géographique quelconque. Tout récemment, M. P. Choffat a fait remarquer que ce mot devait disparaître comme dénomination d'étage. Enfin, à la réunion extraordinaire de la Société géologique à Genève, M. Renevier a proposé d'introduire officiellement, dans la nomenclature, la dénomination de Rauracien.

Quant au nom de Séquanien, mentionné pour la première fois en 1848 par M. Marcou, il doit également être préféré à celui d'Astartien, créé précédemment par Thirria et Thurmann. L'*Astarte supracorallina (gregaria* ou *minima)*, qui doit tout particulièrement caractériser ce terrain, y est en général assez rare dans le Jura et ne se trouve, pour ainsi dire, que dans quelques couches de sa partie inférieure.

plus grand nombre d'assises dans ce terrain. Tout récemment (1), M. Tombeck en a donné le tableau suivant :

4. Argovien.
3. Oxfordien. { *b*. Marnes à Ammonites pyriteuses. / *a*. Marnes à *Ammonites perarmatus*.
2. Callovien proprement dit. { *d*. Calcaires marneux fissiles à *Ammonites Lamberti* et *A. athleta*. / *c*. Calcaires marneux à *Ammonites Jason* et *A. Bakeriæ*. / *b*. Marnes ferrugineuses à *Ammonites coronatus* et *A. anceps*. / *a*. Marnes ferrugineuses à *Ammonites macrocephalus*.
1. Cornbrash (en stratification discordante).

Pour MM. Royer et Tombeck, les marnes à Ammonites pyriteuses sont oxfordiennes et non calloviennes; elles représentent l'Oxfordien proprement dit, par rapport à l'Argovien qui lui est superposé. Il est très-vrai que pour d'Orbigny ces marnes étaient le type de son Oxfordien; mais depuis lors, combien de fois ce nom n'a-t-il pas été employé dans des sens divers? Thurmann, Marcou, Oppel, Mœsch, et en général tous les géologues jurassiens, l'ont employé en lui donnant chacun une extension stratigraphique différente. Aussi je crois que son élimination de la nomenclature géologique n'en sera que plus profitable, puisqu'elle mettra fin à des malentendus continuels. Pour moi, les marnes oxfordiennes (Oxfordien inférieur de M. Royer, Oxfordien de M. Tombeck) sont du Callovien et doivent par conséquent être rangées dans le Jura inférieur.

Dans le Jura suisse et français, la question de savoir si les marnes oxfordiennes sont ou non contemporaines de l'Argovien inférieur (Spongitien d'Étallon, couches de Birmensdorf de M. Mœsch), a été controversée pendant longtemps. M. Marcou a d'abord dit (2) que dans le Jura suisse oriental les fossiles des marnes oxfordiennes ne sont plus pyriteux, mais calcaires. MM. Desor et Gressly ont ensuite cru constater que dans le Jura neuchâtelois et vaudois (3) la présence du Spongitien excluait celle des marnes oxfordiennes, et réciproquement. Étallon (4) et M. Choffat (5) ont aussi observé que dans certaines localités du Haut-Jura (environs de Saint-Claude) le Spongitien est très-développé, et qu'alors les marnes font défaut. Cependant Étallon ajoute qu'à Nantua, par exemple, ces deux étages sont parfaitement caracté-

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 22.

(2) *Recherches géologiques dans le Jura salinois* (*Mémoires de la Société géologique de France*, 2e sér., t. III, n° 1); 1848.

(3) *Études géologiques sur le Jura neuchâtelois*; 1859.

(4) *Annales de la Société d'Agriculture, etc., de Lyon*; 1857.

(5) *Archives des Sciences de la Bibl. univ.*, décembre 1875.

risés et superposés l'un à l'autre. M. Greppin mentionne au Stallberg, dans la chaîne du Weissenstein (1), une superposition bien distincte du Spongitien le mieux caractérisé sur les marnes oxfordiennes. M. Mœsch, qui n'a jamais trouvé ces dernières dans le Jura oriental (2), se demande si elles ne pourraient pas y être représentées par les argiles à *Ammonites ornatus*, caractérisées aussi par l'*A. cordatus* qui y est assez fréquent. Il a trouvé à Engistein, dans la chaîne du Hauenstein, ce fossile dans le Spongitien ; fait d'où l'on pourrait conclure que ce terrain est le véritable représentant des marnes oxfordiennes dans le Jura oriental. Mais M. Mœsch ajoute, avec raison, qu'il ne faut pas trop se hâter de tirer cette conclusion ; car, en présence des faits isolés que je viens de mentionner, il est des plus probables qu'elle n'est pas exacte.

Dernièrement, à l'occasion d'une étude sur quelques gisements calloviens du Jura neuchâtelois et vaudois (3), j'ai fait ressortir que, d'après nos connaissances actuelles sur la géologie du Jura, le synchronisme des marnes oxfordiennes et du Spongitien n'était point encore prouvé, et qu'il était plus probable que nous avions affaire à deux assises d'âge différent. En effet, ce n'est pas seulement dans le Jura proprement dit que la coexistence des marnes oxfordiennes et du Spongitien a été constatée. MM. Vézian, Marcou, Jourdy, Ogérien, Falsan, Étallon, Beaudouin, de Nerville, Cotteau, l'ont aussi observée dans les environs de Besançon, le Jura dôlois et salinois, l'Ain, le Haut-Jura, la Haute-Saône, la Côte-d'Or et l'Yonne.

Je ne reviendrai pas sur les différentes assises que M. Tombeck a distinguées dans le Callovien de la Haute-Marne. Je constaterai seulement une chose, c'est que ce terrain offre dans ce pays un développement qu'il ne présente nulle part dans le Jura. Dans tout le Jura suisse oriental, le Jura bernois, le Doubs, le Jura, l'Ain et la Haute-Saône, il n'est absolument composé que de deux assises : l'une inférieure (zone de l'*Ammonites macrocephalus*), correspondant aux marnes ferrugineuses à *A. macrocephalus*, *A. coronatus* et *A. anceps* de M. Tombeck ; l'autre supérieure (zone de l'*A. ornatus* (4) ou fer sous-oxfordien et marnes pyriteuses), représentant ses calcaires marneux à *A. Jason*, *A. Bakeriæ*, *A. Lamberti*, *A. athleta*, *A. perarmatus*, et les marnes à Ammonites pyriteuses. Dans le Jura suisse occidental, au contraire, c'est-à-dire dans le Jura neuchâtelois et vau-

(1) *Descr. géol. du Jura bernois* : 1870.
(2) *Suppl. à la Descr. géol. du Jura argovien* : 1871.
(3) *Bull. Soc. Sc. nat. Neuchâtel* ; 1875.
(4) Syn. : *A. Duncani*, Sowerby.

dois (1), le Callovien n'est constitué que par une mince couche de calcaires marneux ferrugineux, dans laquelle les faunes des deux assises se trouvent mélangées.

Quant à l'horizon stratigraphique qui doit être attribué au Callovien, les opinions divergent encore sur la question de savoir s'il doit être rangé dans le Jura inférieur ou dans le Jura supérieur. Au point de vue paléontologique, je pense qu'il se rattache plutôt aux terrains jurassiques inférieurs ; en effet, avec l'Argovien inférieur apparaît une faune entièrement nouvelle, dont personne ne contestera la parenté évidente avec celles qui lui succèdent dans les différents étages du Jura supérieur. Un simple coup-d'œil jeté sur les diverses formes de Céphalopodes, Brachiopodes et Échinodermes, qui se rencontrent à ce niveau, suffit, je crois, pour fixer ici la limite des deux grands groupes des terrains jurassiques. Maintenant que l'on est habitué à voir passer insensiblement les unes dans les autres les différentes faunes des formations géologiques, et que les idées de Cuvier et d'Alcide d'Orbigny ne sont plus à l'ordre du jour, il ne viendra à l'esprit de personne de vouloir admettre une limite positive ou un hiatus entre le Callovien et le Spongitien. Mais, comme une classification logique exige çà et là des divisions, je crois qu'on ne peut placer autre part celle que l'on est convenu de faire entre les terrains jurassiques inférieurs et supérieurs.

Avec le Spongitien ou Argovien inférieur commence la série des terrains jurassiques supérieurs, dont l'importance dans le Jura, au point de vue du relief qu'ils lui donnent, est considérable.

Tel qu'il a été créé par Marcou, l'Argovien a des limites fort nettes. Ce sont, à la base, le Callovien supérieur (fer sous-oxfordien et marnes pyriteuses) ; au sommet, le Rauracien inférieur (terrain à chailles des géologues jurassiens, calcaires coralliens, calcaires à Polypiers, Zoanthairien d'Étallon).

Dans le Jura, nous pouvons observer deux faciès différents de l'Argovien ; l'un se compose de calcaires compactes et marneux, plus ou moins fossilifères ; l'autre de calcaires marneux chailleux. Le premier se rencontre principalement dans le Jura suisse, les environs de Besançon et de Salins, le Jura dôlois, le Haut-Jura, l'Ain et le Jura graylois ; le second est surtout développé dans le Haut-Rhin, les environs de Belfort et de Montbéliard, le Doubs et la Haute-Saône. Comme nous allons le voir, ces deux faciès se retrouvent dans la Haute-Marne avec identiquement les mêmes caractères.

Le premier, que l'on pourrait appeler le *faciès suisse*, est celui que

(1) L'extrémité nord du Jura neuchâtelois fait seule exception (carrières Jacky près La Chaux-de-Fonds). V. *Bull. Soc. Sc. nat Neuchâtel*, 1875.

M. Marcou a désigné dès l'abord par le nom d'Argovien, sans faire de division dans ce puissant massif. MM. Nicolet, Étallon, Desor et Gressly, dans le Jura suisse occidental, MM. Mousson, Mœsch et Stutz, dans le Jura suisse oriental, y ont successivement distingué trois horizons différents, qui sont :

3. *Pholadomyen*, partie *supérieure* (couches du Geissberg, calcaires schisteux, couches du tunnel de Baden) ;
2. *Pholadomyen*, partie *inférieure* (couches d'Effingen calcaires et marnes hydrauliques, calcaires à schistes) ;
1. *Spongitien* (couches de Birmensdorf (1), couches à *Rhynchonella lacunosa*, calcaires à Scyphies, calcaires tachetés).

En 1872 et 1873 (2), j'ai proposé de remplacer cette nomenclature locale et multiple par la suivante, qui est empruntée à la fois aux caractères pétrographiques et aux caractères paléontologiques de l'Argovien, et qui s'applique à ses trois divisions, tant dans le Jura suisse occidental que dans le Jura suisse oriental :

3. Pholadomyen, Étallon, 1862 (couches du Geissberg) ;
2. Zone des calcaires hydrauliques (couches d'Effingen) ;
1. Spongitien, Étallon, 1857 (couches de Birmensdorf).

Chacun de ces étages est caractérisé par une faune spéciale, qui se retrouve dans toute l'étendue du Jura suisse jusqu'au Randen, où commence le faciès connu sous le nom de *faciès souabe*.

Quant au second faciès ou *faciès français*, nous avons vu qu'il ne se rencontrait exclusivement que dans le Jura français. Nous avons ici affaire à un ensemble possédant des caractères pétrographiques identiques dans toutes ses parties. Ce sont des marnes et des calcaires marneux à sphérites ou rognons calcaréo-siliceux, appelés ordinairement *chailles* (3). Des *Ammonites plicatilis* et *A. cordatus*, des Pholadomyes, etc., en sont les rares fossiles caractéristiques.

(1) Nous trouvons ce nom déjà employé par M. Stutz en 1861 (*Ueber die Laegern*, Zürich) ; c'est donc à tort qu'on l'attribue généralement à M. Mœsch.

(2) *Not. géol. sur le Mont-Châtelu, Essai de synchronisme entre les terrains du Jura blanc argovien et ceux de la Suisse occidentale*, 1872 ; *Not. géol. sur le cirque de Saint-Sulpice*, 1873 ; *Rech. géol. et paléont. dans le Jura neuchâtelois : terr. jurass. sup.*, 1873.

(3) Le nom de *terrain à chailles*, employé pour la première fois par Thirria pour désigner ce faciès de l'Argovien, a eu depuis lors des applications bien différentes. On a distingué un terrain à chailles *marno-calcaire* et un autre *siliceux*, en voulant désigner par le premier, suivant les régions, l'Argovien dans son entier ou seulement sa partie supérieure, par le second le Rauracien inférieur. Mais il est arrivé que certains géologues se sont servis du nom de terrain à chailles en oubliant de le définir d'une manière plus précise, aussi n'a-t-on jamais bien su quel terrain ils entendaient désigner. Il me semble qu'en continuant toujours à employer ce mot, il

Dans la Haute-Marne, nous avons vu que l'Oxfordien inférieur de M. Royer était le représentant du Callovien supérieur du Jura. Quant à son Oxfordien supérieur à *A. plicatilis* et *A. Babeanus*, il correspond à l'Argovien. Dans son faciès normal, que je viens d'appeler le faciès suisse, MM. Tombeck et Royer distinguent trois horizons qui me paraissent représenter, d'une manière frappante, le Spongitien, la zone des calcaires hydrauliques et le Pholadomyen du Jura suisse. Ce sont :

3. Zone du *Belemnites Royeri* ;
2. Zone de l'*Ammonites Babeanus* ;
1. Zone de l'*Ammonites Martelli*.

Nous avons vu précédemment que les deux faciès de l'Argovien du Jura se retrouvent dans la Haute-Marne. M. Tombeck en a donné une description détaillée (1), tels qu'ils se présentent, le faciès normal suisse dans les vallées de la Marne et de l'Aube, le faciès français dans celle du Rognon. J'ai eu l'occasion de les étudier, avec mes confrères, le premier à Roocourt et Vouécourt, le second à Raynel. Dans les deux premières localités, nous avons affaire à un développement normal de l'Argovien en trois horizons différents, comme dans le Jura suisse. En revanche, à Raynel, nous rencontrons, au-dessus des marnes oxfordiennes, un massif assez puissant de calcaires marneux ou marnes à chailles renfermant les *A. plicatilis*, *A. cordatus* et de nombreuses Pholadomyes. C'est le représentant typique du développement du faciès français de l'Argovien.

Quant au faciès suisse, nous avons à la base l'horizon de l'*A. Martelli*, avec lequel commence, dans la Haute-Marne, la série des terrains jurassiques supérieurs. Il repose directement sur les marnes oxfordiennes (Roocourt) et est composé de calcaires gris compactes, disposés en bancs plus ou moins épais. Les fossiles n'y sont pas nombreux, mais les diverses espèces y sont très-riches en individus.

M. Tombeck croit que les zones 2 et 3 n'ont pas de représentants dans le Jura (2) ; selon lui, en effet, l'Argovien est beaucoup plus complet dans la Haute-Marne ; cependant il ne met pas en doute que la zone 1 ne corresponde au Spongitien du Jura. Nous venons de voir que, dans l'un comme dans l'autre de ces pays, l'Argovien pouvait être subdivisé en trois étages bien distincts. En admettant que la zone 1 de la Haute-

ne peut en résulter que de la confusion. Il serait plus simple et plus logique de dénommer *Argovien chailleux* le faciès du Jura français, et *Rauracien inférieur* celui qui se rencontre à la base de ce terrain et qui, s'il a une faune complétement différente, possède un faciès pétrographique en partie identique.

(1) *Bull.*, 3e sér., t. I, p. 335 ; t. II, p. 14 ; t. III, p. 22.

(2) *Bull.*, 3e sér., t. II, p. 14.

Marne représente le Spongitien, que faire alors des zones 2 et 3, sinon les paralléliser avec la zone des calcaires hydrauliques et avec le Pholadomyen ? Ce qui ferait que les trois assises argoviennes se trouveraient représentées dans le Jura.

M. Tombeck n'hésite pas à paralléliser la zone de l'*Ammonites Martelli* avec le Spongitien. Il y a, en effet, dans la faune de cette assise un certain nombre des fossiles les plus caractéristiques de ce terrain : les *Nautilus aganiticus, Ammonites transversarius, A. Arolicus, Terebratula Birmensdorfensis, T. bisuffarcinata, T. vicinalis, Rhynchonella myriacantha,* etc., sont des formes qui me paraissent prouver le synchronisme des deux étages.

La zone de l'*Ammonites Babeanus*, intercalée entre celles de l'*A. Martelli* et du *Belemnites Royeri*, ne renferme pas une faune assez nombreuse et surtout assez caractéristique pour que nous puissions en déduire d'une manière bien certaine qu'elle correspond à l'Argovien moyen (zone des calcaires hydrauliques) du Jura. M. Tombeck n'y mentionne qu'une douzaine d'espèces, qui, pour la plupart, se rencontrent déjà dans l'Argovien inférieur et se retrouvent encore dans la zone du *B. Royeri*. Dans la Haute-Marne, comme dans le Jura, nous avons affaire ici à un assez grand développement de couches, pendant le dépôt desquelles la vie ne paraît pas avoir été bien active. Mais si la paléontologie nous fait défaut et ne nous permet pas d'affirmer le synchronisme de ces deux étages d'une manière certaine, la stratigraphie nous vient heureusement en aide. Nous venons de voir que les assises spongitiennes du Jura ont, dans la Haute-Marne, la zone à *Ammonites Martelli* pour équivalent. Les zones qui dans ces deux pays sont superposées à ces deux étages, me semblent être synchroniques, puisque, comme je vais tâcher de le démontrer, la zone du *Belemnites Royeri* et le Pholadomyen possèdent des caractères paléontologiques complétement identiques. Deux assises qui possèdent des caractères pétrographiques et paléontologiques plus ou moins analogues, et qui sont situées dans deux pays différents, entre des terrains synchroniques, ne peuvent être que les équivalents l'une de l'autre.

Quant à l'Argovien supérieur, il contient, dans le Jura comme dans la Haute-Marne, une faune qui nous montre un caractère de passage très-accentué (1). Celle-ci renferme, à côté de quelques espèces vrai-

(1) Dans le Boulonnais, M. Pellat a identifié les calcaires à *Pseudomelania Heddingtonensis* et *Opis* de Houllefort, à la zone du *Belemnites Royeri*. Ces calcaires offrent des caractères paléontologiques tellement analogues, que notre confrère les mentionne comme couches de jonction entre l'Argovien et le Rauracien. Comme dans le Jura et la Haute-Marne, les fossiles argoviens s'y trouvent mélangés avec le *Cidaris florigemma* et autres espèces rauraciennes.

ment argoviennes, bon nombre de formes du Rauracien. M. Tombeck (1) y mentionne jusqu'à douze espèces d'Échinides de ce terrain. On comprend donc facilement que l'on ait été longtemps dans l'incertitude de savoir si l'on devait rattacher la zone du *B. Royeri* à l'Argovien ou au Rauracien. En 1856, M. Royer la rangeait encore dans ce dernier terrain (2). C'est M. Tombeck (3) qui a le premier montré qu'elle devait être réunie à l'Argovien; en effet, certains fossiles, tels que : *Belemnites hastatus*, *Ammonites Martelli*, *A. hispidus*, *A. tricristatus*, *Pholadomya canaliculata*, *Pecten subfibrosus*, *Ostrea dilatata*, *Terebratula vicinalis*, etc., l'y rattachent sans conteste.

Le Pholadomyen du Jura est formé par un ensemble de couches dont les caractères paléontologiques correspondent entièrement à ceux de la zone du *Belemnites Royeri*. Ce terrain, beaucoup plus fossilifère que dans la Haute-Marne, montre ce phénomène de faune de passage d'une manière encore plus accentuée. Sur les 170 espèces que j'ai citées du Jura neuchâtelois (4), un petit nombre caractérise une faune vraiment argovienne ; les autres appartiennent au Rauracien ou même se rencontrent dans le Séquanien. M. Jaccard (5) mentionne aussi que par sa faune le Pholadomyen a plus de rapports avec le Rauracien qu'avec l'Argovien (6). Cependant j'ai cru pouvoir déduire (7) des caractères pétrographiques et stratigraphiques de ses assises, que le Pholadomyen doit plutôt être rangé dans la série argovienne. « La nature ne fait pas de sauts brusques, répète M. Tombeck. Les étages fermés dans lesquels les fossiles seraient parqués sans en sortir, sont hors de la réalité. Si on veut conserver la distribution des zones fossilifères en étages, il faut se souvenir que les faunes passent insensiblement les unes dans les autres (8). » Ces quelques données suffiront, je l'espère, pour montrer que les trois divisions de l'Argovien distinguées par MM. Tombeck et Royer dans la Haute-Marne, correspondent exactement à celles qui sont admises actuellement dans le Jura.

Avec la série des terrains supérieurs à l'Argovien (Rauracien, Séquanien, Ptérocérien, Virgulien, Portlandien et Purbeckien), commencent à se développer, dans la Haute-Marne, plusieurs faciès pétrographiques

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 22.
(2) *Bull.*, 2e sér., t. XIII (réunion de Joinville).
(3) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 22.
(4) *Rech. géol., etc.*, p. 13.
(5) *Descr. géol. du Jura neuchât. et vaudois*, p. 207 ; 1869-70.
(6) MM. Mœsch et Bayan font rentrer cet étage dans le vrai terrain à chailles (Rauracien inférieur) de Thurmann, Marcou et Étallon.
(7) *Rech., etc.*, p. 13.
(8) *Bull.*, 3e sér., t. III. p. 22.

fort curieux, qui ont préoccupé les géologues pendant longtemps. C'est à MM. Royer et Tombeck que revient le mérite d'avoir éclairci la stratigraphie de ces terrains. Leur magnifique travail, publié récemment en collaboration avec M. de Loriol (1), m'a fourni des données précieuses, surtout relativement aux terrains ptérocérien, virgulien, portlandien et purbeckien, que je n'ai malheureusement pas pu étudier sur place, comme je l'aurais voulu.

Dans ses divers travaux publiés dans le *Bulletin* de 1845 à 1856, M. Royer distingue les étages suivants dans les dépôts jurassiques de la Haute-Marne supérieurs à l'Argovien :

8. Oolithe du Barrois.
7. Portlandien.
6. Kimméridgien.
5. Calcaires à Astartes.
4. Oolithe corallienne supérieure (La Mothe).
3. Corallien compacte.
2. Oolithe corallienne inférieure (Doulaincourt).
1. Calcaires coralliens inférieurs.

Des recherches subséquentes ont modifié cette classification. J'emprunte à la *Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne*, ainsi qu'à une note précédente de M. Tombeck (2), le tableau suivant :

IV. *Portlandien.*	12. Zone de la *Cyrena rugosa* (Purbeckien) ;	
	11. Zone de la *Cyprina Brongniarti*	(Portlandien).
	10. Zone de l'*Ammonites gigas*	
III. *Kimméridgien.*	9. Zone de l'*Ammonites Caletanus* (Virgulien) ;	
	8 Zone de l'*Ammonites orthoceras* (Ptérocérien).	
II. *Séquanien.*	7. Calcaires à Astartes ;	
	6. Oolithe de La Mothe ;	
	5. Corallien compacte supérieur ;	
	4. Oolithe de Saucourt ;	
	3. Corallien compacte inférieur.	
I (3). *Rauracien.*	2. Oolithe à Dicérates	ou marnes grises.
	1. Calcaires grumeleux	

Je ne discuterai pas ici la question de savoir combien de divisions doivent être admises dans les terrains jurassiques supérieurs à l'Argovien. Les uns, comme M. de Loriol (4), les considèrent comme « un grand ensemble de couches déposées dans une même mer, où elles se

(1) *Descr. géol. et paléont. des étages jur. sup. de la Haute-Marne ;* 1872.
(2) *Bull.*, 2e sér., t. XXVII, p. 687.
(3) Les divisions I et II de ce tableau forment l'étage corallien ou séquanien de MM. Tombeck et Royer.
(4) *Op. cit.*, p. 3.

sont modifiées tantôt d'une manière et tantôt d'une autre, suivant des circonstances locales. » D'autres, — et parmi ceux-ci se trouvent les géologues jurassiens en général, — y reconnaissent les six étages que j'ai mentionnés plus haut, étages qui, bien que plus ou moins caractérisés par des faunes spéciales, rendent au moins l'étude de ce grand massif des terrains jurassiques plus compréhensible et plus facile.

De tout temps le Rauracien et le Séquanien ont été regardés par les géologues jurassiens comme deux étages séparés et distincts. MM. G. de Tribolet et Campiche (1) sont les premiers qui les aient réunis en un seul et même massif (2). Ils avaient sans doute reconnu que leurs faunes étaient assez voisines et que, paléontologiquement parlant, leur séparation pouvait rencontrer des difficultés. Mais, dans le cas où ces deux terrains ne seraient pas séparés, l'épaisseur du massif séquanien exigerait nécessairement que l'on y distinguât divers horizons ; aussi voit-on généralement, mais surtout dans le Jura, ces deux étages traités toujours chacun à part.

Dans le Jura, le Rauracien se subdivise toujours en deux sous-étages, comme dans la Haute-Marne. Thirria et Thurmann y distinguaient déjà les calcaires inférieurs à Échinodermes et Polypiers, et l'oolithe corallienne supérieure (y compris les calcaires à Nérinées). Le Rauracien inférieur (calcaires coralliens) est composé de calcaires marneux grumeleux, contenant souvent des sphérites ou rognons siliceux (*terrain à chailles siliceux*), et très-riches en fossiles, surtout en Échinodermes et Polypiers (*Zoanthairien*, calcaires à Polypiers). Le Rauracien supérieur est formé par des calcaires oolithiques blanchâtres (oolithe corallienne)et plus ou moins compactes, riches en Nérinées et Dicérates (*Dicératien*). Ce faciès, que l'on peut appeler le faciès normal du Rauracien, se rencontre dans le Jura bernois, le Doubs, le Jura dôlois et salinois, le Haut-Jura et l'Ain. A la limite occidentale du Jura argovien, la faune rauracienne change insensiblement, en même temps que le faciès : les Céphalopodes, Myacées et Spongiaires, qui manquent presque complétement à l'ouest, deviennent plus fréquents. Enfin, avec le Randen, nous passons dans le faciès souabe.

Dans le Haut-Rhin, les environs de Montbéliard, la Haute-Saône (Jura graylois) et la Côte-d'Or, le faciès est le même ; seulement nous trouvons intercalée, entre l'Argovien supérieur et les calcaires marneux grumeleux du Rauracien inférieur, une couche assez puissante d'argiles

(1) *Descr. géol. des environs de Sainte-Croix ;* 1860.

(2) Je n'ai pas besoin de rappeler que, récemment encore, MM. Tombeck et Royer ont agi de même. V. aussi *Monogr. pal. et géol. de l'ét. portlandien des env. de Boulogne-s.-M.*, p. 145 ; 1866.

avec chailles, qu'Étallon a nommée *Glypticien*, à cause du *Glypticus hieroglyphicus* qui y est assez fréquent.

Enfin, dans le Jura neuchâtelois et vaudois, la division du Rauracien en deux sous-étages ne peut plus s'effectuer; nous n'avons plus ici qu'un ensemble de couches d'une puissance qui ne dépasse jamais 7 ou 8 mètres. MM. Gressly, Desor et Jaccard remarquent que les assises oolithiques supérieures manquent dans cette partie du Jura, et que le Rauracien inférieur y est seul représenté. Mais, d'un autre côté, M. Waagen mentionne (1) que le Rauracien supérieur s'y trouve réuni à l'inférieur, de telle sorte que les deux faunes sont mélangées. J'ai, il n'y a pas longtemps, développé cette opinion du savant allemand (2). Pour ce qui me concerne, je crois que l'absence du Dicératien dans cette partie du Jura ne peut être attribuée qu'à une dénudation postérieure ou à une absence totale de dépôt causée par un retrait soudain et momentané de la mer. Dans ce cas, les formes dicératiennes issues de celles du Rauracien inférieur auraient continué à exister dans le même milieu ou faciès, de telle manière que nous trouvons aujourd'hui dans le Jura neuchâtelois et vaudois ces deux séries de formes dans un seul et même ensemble de couches.

Dans la Haute-Marne, les vallées du Rognon, de la Marne et de l'Aube nous montrent deux faciès bien distincts du Rauracien. D'un côté nous avons le faciès normal du Jura, de l'autre un ensemble de marnes grises très-pauvres en fossiles. Dans la vallée du Rognon, à Doulaincourt, Roche et Raynel, nous rencontrons, immédiatement au-dessus de l'Argovien chailleux, des calcaires marneux grumeleux, caractérisés surtout par la grande fréquence des *Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Stomechinus lineatus*, *Terebratula Delemontana*, des Polypiers (*Pleurosmilia*, *Microsolena*) et des Spongiaires (*Stellispongia*, *Astrospongia*, *Hippalimus*). Puis vient l'oolithe à Dicérates, appelée aussi *oolithe de Doulaincourt*, qui constitue le Rauracien supérieur : ce sont des calcaires blanchâtres, oolithiques, contenant en grande abondance des Nérinées, le *Cardium corallinum* (*Pterocardia Buvignieri*, Bayan), des Dicérates et des Polypiers (*Montlivaultia*) (3).

(1) *Le Jura en Franconie, en Souabe et en Suisse, comparé d'après ses horizons paléontologiques*, p. 170 et 218; Munich, 1864.

(2) *Notices géol. sur le Mont-Châtelu et le cirque de Saint-Sulpice*, p. 9 et 25; *Notes géol. et pal.*, p. 12; 1874.

(3) MM. Buvignier et Cotteau reconnaissent dans cet horizon le représentant des couches de Saint-Mihiel et de Châtel-Censoir.

Outre les fossiles mentionnés par MM. Tombeck et Royer des deux sous-étages du Rauracien, j'ai encore recueilli sur place et déterminé les Polypiers et Spongiaires suivants :

Dans la vallée de la Marne, nous constatons toujours l'absence de l'un ou de l'autre de ces deux sous-étages. Enfin, dans celle de l'Aube, ils font complétement défaut et sont remplacés par les marnes grises.

Le tableau suivant, que M. Tombeck a bien voulu me communiquer, fera mieux comprendre ce que je viens de dire. Ce sont différentes coupes empruntées à des localités situées dans les vallées ci-dessus mentionnées.

VALLÉE DU ROGNON.	VALLÉE DE LA MARNE.		VALLÉE DE L'AUBE.
	A. Soncourt.	B. Vouécourt.	
Corallien compacte inférieur.	Corallien compacte inférieur.	Corallien compacte inférieur.	Corallien compacte inférieur.
Oolithe à Dicérates.	*c.* Marnes grises.	Marnes grises.	Marnes grises.
Calcairᵉˢ grumeleux.	*b.* Calcaires grumeleux.	Oolithe à Dicérates.	
	a. Marnes grises.	Marnes grises.	
Argovien chailleux.	Couches à *Belemnites Royeri.*	Couches à *B. Royeri.*	Couches à *B. Royeri.*

Un coup-d'œil jeté sur ce tableau fait voir que les *marnes grises* ne sont qu'un faciès particulier du Rauracien normal. Tandis qu'elles manquent complétement dans la vallée du Rognon, dans celle de la Marne elles viennent s'intercaler à la base et vers le haut des calcaires grumeleux ou de l'oolithe à Dicérates, et dans celle de l'Aube elles remplacent complétement ces deux horizons (1).

Dans la vallée du Rognon, les calcaires grumeleux et l'oolithe à Dicérates se montrent comme deux massifs bien distincts et indépendants l'un de l'autre : chacun possède sa faune particulière. Mais dans la vallée de la Marne, nous ne rencontrons plus ces deux assises simultanément. A Vouécourt, par exemple, nous chercherions vainement les calcaires grumeleux, à Soncourt l'oolithe à Dicérates. Nous nous trouvons ici en face de deux groupes de marnes grises, qui emprison-

Dans les calcaires grumeleux : *Pleurosmilia Marcoui*, Ét., *Microsolena expansa*, Et., *Stellispongia subrotula*, d'Orb., *Astrospongia corallensis*, Ét., *Hippalimus Mosensis*, d'Orb.

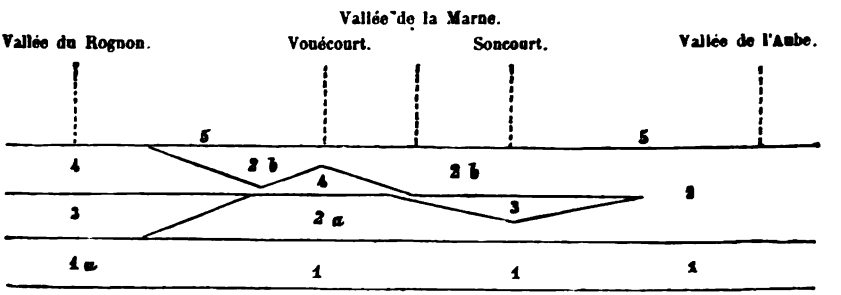
Dans l'oolithe : *Montlivaultia subcylindrica*, M.-E. et H., *Calamophyllia pseudostylina*, d'Orb., *Astrocœnia Sancti-Mihieli*, d'Orb., *Thamnastræa Coquandi*, Ét.

(1) Dans sa *Statistique géol. de la Meuse* (p. 253), M. Buvignier mentionne un changement analogue du faciès des assises normales du Rauracien, qui sont remplacées dans différentes localités par des marnes blanchâtres ou grises, ou bien par des calcaires blancs crayeux.

nent, en quelque sorte, l'un ou l'autre de ces deux sous-étages. A Vouécourt, nous avons la coupe suivante :

5. Corallien compacte inférieur.
4. Marnes grises supérieures (1).
3. Oolithe à Dicérates.
2. Marnes grises inférieures (2).
1. Assise du *Belemnites Royeri*.

Les calcaires grumeleux manquant ici, il est probable qu'ils y sont représentés par la couche 2, qui en est le faciès vaseux et non fossilifère. A Soncourt, où ils se rencontrent, il est évident que cette assise ne leur correspond plus en totalité. Mais la couche 4 remplit en cet endroit le même office vis-à-vis de l'oolithe à Dicérates, que la couche 2 à Vouécourt vis-à-vis des calcaires grumeleux. Nous avons donc affaire, dans la vallée de la Marne, à une substitution irrégulière des marnes grises à l'un ou à l'autre des sous-étages du Rauracien (3). Ce sont des changements de faciès produits au sein d'une même mer par des circonstances diverses, qui ont d'un côté favorisé en certains endroits le développement de récifs de coraux, de l'autre déposé des sédiments vaseux à la surface desquels la vie n'a pu être aussi multiple. Le croquis suivant expliquera mieux ma manière de voir (4).



Pour MM. Tombeck et Royer, les calcaires grumeleux et l'oolithe à Dicérates ne sont pas le faciès normal du Rauracien de la Haute-Marne;

(1) Cette assise (couche à *Ammonites Marantianus)* paraîtrait se lier plutôt au Rauracien. M. Royer l'a décrite avec la couche 2, comme le faciès marno-vaseux de ce terrain. D'après M. Tombeck, elle se rattacherait au Corallien compacte.

(2) Dans leur *Explication de la Carte géol. de la Haute-Marne*, MM. Royer et Barotte rangent cette couche dans le Rauracien ; ils l'en font l'assise la plus ancienne, au-dessus de l'Argovien supérieur à *Belemnites Royeri*. M. Tombeck est parvenu à y découvrir quelques fossiles qui paraissent confirmer cette opinion.

(3) Telle était aussi la manière de voir de MM. Royer et Barotte.

(4) 1 *a*. Argovien chailleux ; 1. couches à *Belemnites Royeri* ; 2, marnes grises ; 2 *a*. marnes grises inférieures ; 2 *b*, marnes grises supérieures ; 3, calcaires grumeleux; 4, oolithe à Dicérates , 5, Corallien compacte.

ce sont des faciès accidentels de rivage d'un seul et même horizon géologique, du Corallien compacte (1). Un fait sur lequel nos confrères fondent principalement leur manière de voir, est que, lorsque le Rauracien se développe considérablement, c'est toujours aux dépens du Corallien compacte. Ainsi, à Bettaincourt, par exemple, l'oolithe à Dicérates s'étend presque jusqu'à l'oolithe de Saucourt. Mais il me semble que de telles anomalies se laissent expliquer par ce que nous a dit Bayan (2). Les récifs madréporiques s'élèvent plus rapidement que les dépôts environnants. Un récif peut être directement recouvert par des assises notablement plus jeunes, sans avoir cessé d'être immergé, et alors que les couches intermédiaires, que l'on ne retrouve pas sur le récif, se sont déposées régulièrement autour de lui.

Je suis fâché de me trouver ici en désaccord avec MM. Tombeck et Royer, mais du moment que la coexistence des assises du Corallien compacte et de celles du Rauracien n'a pas encore été démontrée, j'ai peine à croire que l'un de ces terrains ne soit qu'un faciès particulier de l'autre. Les calcaires grumeleux et l'oolithe à Dicérates sont le Zoanthairien et le Dicératien du Jura. Tout géologue jurassien transporté subitement dans la Haute-Marne, sera frappé de la ressemblance qui existe, aux points de vue pétrographique et paléontologique, entre ces calcaires dans les deux pays. Aussi ne pourra-t-il croire qu'il ait affaire à des faciès accidentels d'un terrain, qui, sans contredit, doit rentrer dans le Séquanien (3).

La différence considérable de faune qui existe entre le Rauracien et le Corallien compacte dans la Haute-Marne, ne peut, je crois, permettre une réunion de ces deux terrains. Un coup d'œil jeté sur les listes de fossiles que nous donnent MM. Tombeck et Royer, nous montre que des 50 espèces mentionnées de l'oolithe à Dicérates et des 39 citées des calcaires grumeleux, 41 et 16 sont propres à ces deux horizons et ne se rencontrent pas dans le Corallien compacte. Il en est dans la Haute-Marne comme dans le Jura, où le Dicératien et le Zoanthairien (y com-

(1) M. Tombeck se demande même si ces deux sous-étages ne seraient pas des faciès contemporains d'un même niveau. Il fait observer que des Lavières à Buxières on voit les calcaires grumeleux passer successivement à des calcaires oolithiques. Mais la coupe est-elle bien nette ? Ce fait n'ayant été constaté que dans cette seule localité, n'aurions-nous peut-être pas affaire à une faille ou à un dérangement quelconque des couches, qui aurait mis de niveau ces deux assises ailleurs séparées (*Descr. géol.*, p. 532).

(2) *Bull.*, 3e sér., t. II, p. 316.

(3) Il y a déjà longtemps que M. Contejean a montré que les calcaires coralliens et l'oolithe corallienne inférieure de M. Royer étaient les équivalents du Rauracien de Montbéliard et par conséquent aussi de celui du Jura (Voyez *Mém. Soc. Émulat. du Doubs*, 3e sér., t. IX, p. 162).

pris le Glypticien), caractérisés par des faunes plus ou moins spéciales, doivent être regardés comme formant un massif particulier ayant droit à une place distincte dans la série stratigraphique.

MM. Royer et Barotte ont donné le nom de *Corallien compacte* à tout un ensemble d'assises limitées à leur base par le Rauracien et à leur partie supérieure par les calcaires à Astartes. A peu près vers le milieu de ce massif, se trouve une zone oolithique *(oolithe de Saucourt)* qui le sépare en deux parties. Je n'étudierai pas ici les différents horizons que MM. Tombeck et Royer ont distingués dans ce terrain. Je me bornerai simplement à faire mention de quelques faits qui suffiront, je crois, à montrer que le Corallien compacte doit être rapproché du Séquanien plutôt que du Rauracien.

Les marnes grises venant d'être décrites comme synchroniques des calcaires grumeleux et de l'oolithe à Dicérates, il est évident que les marnes et calcaires marneux à *Ammonites Marantianus*, qui, à Vouécourt, par exemple, recouvrent le Dicératien, doivent être rangées à la partie supérieure du Rauracien. Le Corallien compacte ne commencerait donc qu'avec les assises à *A. Achilles* (1).

Mais ce terrain est-il vraiment rauracien, ou bien doit-il être regardé comme le représentant du Séquanien du Jura? Des 101 espèces de fossiles que mentionnent MM. Tombeck et Royer, M. de Loriol en trouve 18 dans le Séquanien des environs de Montbéliard, 21 dans celui de la Haute-Saône (Jura graylois), et 34 dans celui du Jura bernois; 19 seulement relient le Corallien compacte au Rauracien (2). M. de Loriol en conclut (3) que le Corallien compacte représente, sans aucun doute, le Séquanien du Jura. Il me semble qu'en face de ces chiffres, il est difficile d'opiner différemment sur cette question.

Les calcaires à Astartes, superposés au Corallien compacte, nous indiquent dès l'abord, par leur nom, qu'ils font nécessairement encore partie intégrante du Séquanien: Des 53 espèces qui constituent leur faune, 22 les relient au Corallien compacte, et 15 seulement à la zone de

(1) Ce fossile, qui est connu généralement comme rauracien, se rencontre ici à la base du Corallien compacte ; mais ce n'est pas une raison pour faire rauraciennes les assises qui le contiennent. Maintenant que l'on est accoutumé à voir des espèces que l'on croyait précédemment limitées à certaines zones, se retrouver dans des terrains superposés, ce fait ne doit plus paraître extraordinaire.

(2) Des 236 espèces que j'ai indiquées du Séquanien inférieur du Jura neuchâtelois *(Rech. géol.)*, j'en retrouve 34 dans le Corallien compacte, 19 dans les calcaires à Astartes et 14 seulement dans le Rauracien de la Haute-Marne. Dans le Séquanien de Belfort, je rencontre 33 espèces du Corallien compacte et 22 des calcaires à Astartes ; 34 espèces du premier de ces sous-étages, 24 du second, ont été recueillies dans le Séquanien du Haut-Rhin.

(3) *Descr. géol. et pal.*, p. 476.

l'*Ammonites orthoceras*. Leur proche parenté avec le premier de ces terrains est donc évidente. Aussi M. de Loriol nous dit-il que les calcaires à Astartes et le Corallien compacte doivent être envisagés « comme formant un tout correspondant au groupe séquanien (1) ». Comme dans le Jura, nous aurions donc dans la Haute-Marne une division du Séquanien en deux massifs : l'un inférieur, plus ou moins marneux et fossilifère par excellence (Corallien compacte) ; l'autre supérieur, exclusivement calcaire, dans lequel les fossiles sont beaucoup moins nombreux et moins bien conservés (calcaires à Astartes). L'oolithe de La Mothe à *Diceras Münsteri (D. Sanctæ-Verenæ,* Gressly), que Bayan n'hésite pas à placer dans le Séquanien, au niveau des couches de Tonnerre, représente admirablement, quant au niveau stratigraphique, l'horizon oolithique situé à la base du Séquanien supérieur du Jura neuchâtelois (Crozot, Combe-Varin, Chaux-de-Fonds) (2), soleurois (Sainte-Vérène) (3), bernois et graylois (4).

Nous venons d'étudier la série inférieure des terrains jurassiques supérieurs. Avec le Ptérocérien, ou la zone de l'*Ammonites orthoceras*, commence la série supérieure. En effet, nous trouvons entre les différents étages composant cette série, la même parenté paléontologique qu'entre ceux que nous venons d'étudier. M. Tombeck a calculé qu'il y avait, dans la Haute-Marne, 10 p. 100 de fossiles communs entre le Ptérocérien et les calcaires à Astartes, et 90 p. 100 entre ceux-ci et le Corallien compacte. C'est une preuve de plus que les calcaires à Astartes et le Corallien compacte doivent être réunis, tant au point de vue paléontologique qu'au point de vue stratigraphique, et que la limite entre les étages inférieurs et supérieurs du Jura supérieur doit être placée entre le Ptérocérien et le Séquanien.

Au commencement des recherches géologiques dans le Jura, on a eu beaucoup de peine à se mettre d'accord sur la valeur stratigraphique

(1) MM. Buvignier, Royer et Barotte ont, eux aussi, réuni avec raison ces deux divisions. Pour M. Contejean, le Corallien compacte de la Haute-Marne est l'équivalent du Séquanien et du Ptérocérien inférieur du Jura ; l'oolithe de La Mothe et les calcaires à Astartes représenteraient alors le Ptérocérien moyen et supérieur. Cette manière de voir ne présente d'ailleurs que fort peu de probabilité.

(2) *Not. géol. et pal. sur le Jura neuchât.*, p. 15 ; 1874.

(3) Gressly et M. Greppin font rentrer les couches de Sainte-Vérène dans le Séquanien, parce que le Ptérocérien repose immédiatement sur elles, et que des 34 espèces dont se compose leur faune, 27 se retrouvent dans le Séquanien. De leur côté, MM. Lang et Mœsch les rangent dans le Dicératien.

(4) Il sera peut-être intéressant de mentionner ici que des 306 espèces séquaniennes du Jura neuchâtelois, 20 se rencontrent dans les calcaires à Astartes, 8 dans l'oolithe de La Mothe, 36 dans le Corallien compacte, et 19 seulement dans le Rauracien.

qui devait être attribuée au mot *portlandien*. A cette époque, on ne connaissait pas encore assez les fossiles du Jura pour pouvoir les comparer avec ceux de l'Angleterre ; des erreurs étaient aussi très-faciles à commettre. Ce sont surtout Thurmann et Gressly qui ont contribué à répandre une vraie confusion sur ce nom. Primitivement, ils l'ont étendu à tout le massif dans lequel ont été distingués, depuis lors, les étages ptérocérien, virgulien et portlandien. Cela surprend d'autant plus, que dans la région étudiée principalement par Thurmann, c'est-à-dire dans le Porrentruy, le Haut-Rhin et les environs de Belfort et de Montbéliard, le vrai Portlandien manque complétement (1).

Mais depuis lors, et pour lui rendre justice, je dois dire que Thurmann est un de ceux qui ont aussi le plus contribué à nous doter d'une classification qui, bien que légèrement modifiée, est maintenant généralement admise parmi les géologues jurassiens. Il fut le premier à distinguer dans le massif qu'il avait considéré comme Portlandien, les deux étages *ptérocérien* ou *strombien* (2) et *virgulien*. Tandis que le premier de ces étages a toujours conservé ses limites primitives, celles du second ont été sensiblement modifiées.

Dans le Jura, la séparation du Ptérocérien et du Séquanien n'est pas des plus tranchées. Les calcaires inférieurs du Ptérocérien ressemblent beaucoup à ceux du Séquanien supérieur, de telle sorte que parfois on est embarrassé pour savoir où se terminent et où commencent l'un ou l'autre de ces terrains. Cependant, l'apparition de bancs calcaréo-dolomitiques, — qui font complétement défaut dans tout le Séquanien, — accompagnée d'une faune en grande partie nouvelle, caractérisera toujours le Ptérocérien.

Thurmann (3) a divisé cet étage en trois sous-étages, qui se laissent, en général, assez bien reconnaître, lorsque la zone moyenne atteint un développement un peu considérable. Ce sont : l'*Hypoptérocérien* (calcaires compactes et marneux inférieurs), la *zone ptérocérienne* (couches fossilifères du Banné, de Noirvaux, etc.) (4) et l'*Épiptérocérien* (calcai-

(1) MM. Buvignier, Royer et Triger se sont récriés contre cet abus du mot *Portlandien (Bull.*, 2e sér., t. II, p. 705 ; t. XIII). Selon eux, le Portlandien et le Ptérocérien du Jura n'étaient autres que la partie inférieure du Ptérocérien, les calcaires à Astartes et quelques assises du Corallien compacte de la Haute-Marne. Mais les recherches postérieures d'un grand nombre de géologues nous ont prouvé que le terrain portlandien existe véritablement dans le Jura.

(2) Le nom de *Kimméridgien*, qui est aussi employé pour désigner le Ptérocérien, a cet inconvénient qu'il est emprunté au mot anglais « *Kimmeridge-clay*, » qui, comme l'ont fait remarquer MM. Lennier et Bayan, ne représente pas seulement notre Ptérocérien, mais aussi notre Séquanien.

(3) V. : *Bull. Soc. Sc. nat. de Berne*, 1853 *(Neuvième lettre sur le Jura)*.

(4) C'est la vraie zone fossilifère du Ptérocérien. J'y citerai les fossiles suivants :

res compactes supérieurs et à Bryozoaires, *pars*). Dans les environs de Montbéliard, M. Contejean mentionne jusqu'à cinq horizons différents dans le Ptérocérien. Enfin, dans le Jura neuchâtelois et vaudois, M. Jaccard y distingue deux sous-étages. Mais, comme il est bien difficile d'appliquer telle ou telle de ces divisions dans toute l'étendue du Jura, nous voyons généralement le Ptérocérien traité comme un étage dans lequel la distinction de divers horizons ne peut être effectuée (1).

D'un autre côté, les géologues jurassiens ne sont pas d'accord au sujet de la limite supérieure du Ptérocérien. Tandis que la grande majorité (2) admet comme tel le Virgulien proprement dit ou l'assise marneuse à *Ostrea virgula*, Thurmann et Greppin la mettent passablement plus bas et distinguent encore, entre celle-ci et leur Épiptérocérien (partie inférieure de notre Ptérocérien supérieur), les assises de l'*Hypovirgulien*. Mais j'ai montré précédemment que la faune de ce dernier terrain est tout à fait analogue à celle de notre Ptérocérien supérieur, tandis que celle de l'Épivirgulien correspond exactement à celle de la partie inférieure de notre Portlandien (3).

Au point de vue stratigraphique, le Ptérocérien a dans le Jura une immense importance; en revanche, au point de vue paléontologique, c'est un terrain peu riche en fossiles; en effet ceux-ci ne sont vraiment fréquents que dans la zone moyenne, lorsqu'elle acquiert un certain développement. J'en ai indiqué plus haut les principales espèces caractéristiques.

M. Marcou a montré (4) que l'étage kimméridgien de M. Royer (zone de l'*Ammonites orthoceras* de M. Tombeck) n'était autre chose que le Ptérocérien du Jura : comme lui, il repose sur le Séquanien et est recouvert par le Virgulien proprement dit. Parmi les 58 espèces mentionnées par MM. Tombeck et Royer, M. de Loriol en retrouve 17 dans le Ptérocérien de la Haute-Saône, 23 dans celui du Jura bernois et 27 dans celui des environs de Montbéliard. Enfin, je dirai que 23 se rencontrent dans celui du Jura neuchâtelois. Du reste, MM. Tombeck et

Pteroceras Oceani, Rostellaria Wagneri, Natica hemisphærica, N. gigas, Pleuromya tellina, Ceromya excentrica, Pholadomya Protei. P. hortulana, P. myacina, P. multicostata, Isocardia cornuta, Cardium Banneianum, Lucina substriata, Mytilus Jurensis, Trichites Saussurei, Perna subplana, Ostrea solitaria, Terebratula suprajurensis, Rynchonella Helvetica, Pseudocidaris Thurmanni, Diplopodia planissima, etc.

(1) D'après Waagen (*op. cit.*, p. 341), cette distinction du Ptérocérien en sous-étages se laisse difficilement effectuer dans le Jura suisse méridional.

(2) Je citerai MM. de Nerville, Marcou, Perron, Étallon, Vézian, Jourdy, Mœsch, Jaccard, etc.

(3) *Rech. géol.*, p. 39.

(4) *Bull.*, 2e sér., t. IV.

Royer ne doutent pas du synchronisme de ces deux terrains, puisqu'ils font de leur zone à *Ammonites orthoceras* le sous-étage ptérocérien de leur terrain kimméridgien.

Nous venons de voir que dans sa classification des terrains jurassiques supérieurs du Jura bernois, Thurmann a appelé *Virgulien* toutes les assises situées au-dessus du Ptérocérien. Comme pour celui-ci, il a divisé le *Virgulien* en trois sous-étages, qui sont : l'*Hypovirgulien* (partie supérieure du Ptérocérien supérieur des géologues jurassiens), la *zone virgulienne* (Virgulien proprement dit) et l'*Épivirgulien*. Mais celui-ci, qui est superposé au Virgulien, n'est autre chose que le Portlandien inférieur du Jura suisse méridional et du Jura français, dont il possède tous les caractères pétrographiques et renferme la faune (1). Quant au Portlandien supérieur, qui manque dans la région spécialement étudiée par Thurmann, il ne peut naturellement entrer dans cette classification. Celle-ci ne pouvait, par suite, être appliquée dans les autres parties du Jura. MM. Desor, Gressly et Contejean, qui se sont servis du nom de Virgulien pour désigner le Portlandien dans son entier, ont donc changé l'acception primitive de ce mot (2). Il en est résulté que maintenant on ne s'en sert généralement plus que pour désigner l'assise marneuse (ou ses représentants calcaires) à *Ostrea virgula*, qui se trouve intercalée entre le Ptérocérien et le Portlandien. C'est ainsi qu'il a été employé par MM. de Nerville, Perron, Vézian, Jourdy, Royer et Tombeck. De leur côté, MM. Marcou et Buvignier distinguent cet étage comme un horizon plus ou moins spécial, situé à la base du Portlandien, tandis qu'Étallon et M. Jaccard le rattachent au Ptérocérien.

Dans le Jura, le Virgulien, tel que nous l'entendons, n'a pas une grande importance stratigraphique. Dans le Jura bernois, il atteint 6 mètres de puissance; dans le Jura dôlois (Raynans), il n'en possède que 3; dans le Jura neuchâtelois, il n'affleure qu'à l'extrémité nord

(1) M. Waagen mentionne déjà (p. 345) que, l'Épivirgulien reposant sur le Virgulien, il pourrait bien être l'équivalent des calcaires de Salins de M. Marcou.

(2) Dans le tableau suivant, je mets la classification de Thurmann en rapport avec celle qui est généralement employée dans les régions du Jura autres que le Jura bernois :

5. Purbeckien	Manque.
4. Portlandien supérieur	Manque.
3. Portlandien inférieur	Épivirgulien.
2. Virgulien	Zone virgulienne.
1. Ptérocérien	Hypovirgulien. Épiptérocérien. Zone ptérocérienne. Hypoptérocérien.

(Brenets), et il manque dans tout le Jura suisse méridional (1). Par contre, dans la Haute-Saône, la Côte-d'Or, l'Yonne et la Haute-Marne, d'un côté, le Jura suisse oriental et le Jura souabe, de l'autre *(Plattenkalke)*, il acquiert un développement stratigraphique beaucoup plus considérable et est aussi très-fossilifère, tandis que dans le reste du Jura, sauf l'*Ostrea virgula* qui y abonde, les fossiles y sont rares.

Le synchronisme du Virgulien et de la zone de l'*Ammonites Caletanus* ne peut donc être véritablement prouvé par l'étude des faunes des deux terrains. Cependant, nous avons vu que le Ptérocérien et la zone de l'*A. orthoceras* étaient synchroniques. Maintenant, nous allons tâcher de montrer que les assises appelées *portlandiennes* dans les deux pays le sont aussi. Dans ce cas, il ne nous restera plus qu'à constater que, comme l'a déjà dit M. Marcou, le Virgulien est, dans le Jura, le représentant probable de la zone de l'*A. Caletanus* ou des marnes portlandiennes de M. Royer.

Il n'est peut-être pas un terrain qui ait donné lieu à une discussion aussi prolongée que le Portlandien. J'ai fait mention plus haut des assises du Jura que Thurmann et Gressly lui avaient d'abord assimilées. Nous avons vu que dans le Jura bernois, qui a été principalement l'objet des études de Thurmann, l'Épivirgulien représente la partie inférieure du Portlandien des autres régions du Jura, et que le Portlandien supérieur fait défaut.

Nous avons vu également que MM. Buvignier, Royer et Triger avaient, dans le principe, voulu prouver l'absence du Portlandien dans le Jura, mais que plus tard plusieurs géologues avaient mis hors de doute la présence de ce terrain dans les assises marines reposant sur le Ptérocérien.

En effet, au-dessus du Virgulien, nous trouvons dans le Jura bernois (Épivirgulien de Thurmann et de M. Greppin), les environs de Montbéliard (calcaires à *Diceras* et calcaires et marnes supérieures à *Ostrea virgula)*, le Doubs, la Haute-Saône (Pleurosmilien d'Étallon), le Jura neuchâtelois et vaudois (Virgulien inférieur de MM. Desor et Gressly), le Haut-Jura et l'Ain, une série de calcaires compactes et régulièrement stratifiés, qui contiennent une faune assez riche (2).

(1) D'après Étallon et M. Choffat, il manque aussi dans le Haut-Jura; mais plus au sud, dans le département de l'Ain, il paraît atteindre un développement considérable. Au lac d'Armaille et à Cerin, il possède, suivant M. Falsan, une puissance de 50 mètres. V. aussi : *Notes géol. et pal. sur le Jura neuch.*, p. 17 ; 1875.

(2) Ce sont surtout des débris de Sauriens *(Teleosaurus Picteti)*, de Tortues *(Plesiochelys, Thalassemys)* et de Poissons *(Lepidotus, Pycnodus, Strophodus, Gyrodus)*, l'*Ammonites gigas*, des Natices, des Nérinées, des *Cardium*, des Lucines et des Trigonies.

C'est le Portlandien inférieur des géologues jurassiens. Par dessus repose le Portlandien supérieur (Nérinéen de M. Contejean, Portlandien de M. Greppin), composé d'une seconde série de calcaires compactes, avec intercalations marneuses et dolomitiques (1). Les *Natica Marcousana* et *Nerinea trinodosa*, la *Corbula Mosensis*, des Anatines, des Bucardes, l'*Astarte socialis*, des *Trigonies* (surtout la *T. gibbosa*) (2), des Moules, etc., y sont les fossiles les plus fréquents (3). Enfin, avec les assises appelées généralement *dolomies portlandiennes*, commence le terrain purbeckien ou la zone de la *Cyrena rugosa*.

Telle est, dans le Jura, la succession des assises que l'on est convenu de ranger dans le Portlandien. Mais appartiennent-elles réellement à ce terrain et représentent-elles véritablement le Portlandien anglais? Cette question, que se sont posée pendant longtemps les géologues jurassiens, peut, je crois, être maintenant résolue, grâce aux remarquables travaux de MM. Pellat et de Loriol.

Dans la Haute-Marne, MM. Tombeck et Royer ont divisé le Portlandien en trois sous-étages :

3. Zone de la *Cyrena rugosa* ;
2. Zone de la *Cyprina Brongniarti* ;
1. Zone de l'*Ammonites gigas*.

En parlant de la zone 3, M. de Loriol dit qu'elle fait partie du Portlandien, mais se rattache intimement au Purbeckien (4). « Il faut l'envisager comme un simple accident du Portlandien, comme le vaste

(1) Le Portlandien supérieur manque dans le Haut-Rhin, les environs de Montbéliard et la plus grande partie du Jura bernois, où il n'affleure qu'à l'extrémité sud. Il fait aussi défaut dans le Jura suisse oriental, ainsi que dans le Jura souabe, dont les assises jurassiques les plus supérieures sont composées par le Virgulien (Plattenkalke). Dans son *Supplément à la Description géologique du Jura argovien*, paru récemment (1874), M. Mœsch énonce l'opinion que les calcaires oolithiques de Hattingen et de Schnaitheim, les calcaires coralliens de Nattheim et les couches d'Arneck et de Kehlheim, qui reposent sur le Virgulien, pourraient bien être les équivalents du Portlandien du Jura français et du reste du Jura suisse.

(2) M. de Loriol avait cru précédemment devoir réunir à la *T. variegata*, Credner, la *T. gibbosa* mentionnée par Perron et Étallon dans le Portlandien de Gray. Mais il a récemment conçu des doutes sur la légitimité de la réunion de ces deux espèces. Étallon fait remarquer que la *T. gibbosa* habite tout le Portlandien de Gray et se retrouve même dans le Virgulien de Douhans. Voyez sur ce fossile dans le Jura : Pellat, *Bull.*, 2e sér., t. XXIII, p. 197.

(3) Cette division du Portlandien du Jura en deux sous-étages est plus ou moins arbitraire. A l'exemple de M. Jaccard, je l'admets ici pour faciliter mon étude comparative ; mais j'ai montré précédemment qu'au point de vue paléontologique, elle n'avait pas le droit d'exister (*Rech. géol.*, p. 10).

(4) *Op. cit.*, p. 321.

estuaire d'un fleuve qui se déversait dans la mer de ce terrain. Ses assises se sont déposées dans une eau salée, mais dont la salure était modifiée par les mêmes causes que celles qui ont produit les dépôts d'eau saumâtre et d'eau douce du Purbeckien. » Cette zone représenterait donc à la fois le Portlandien supérieur et le Purbeckien des autres pays, ou, en d'autres termes, les dolomies portlandiennes et le Purbeckien du Jura. Quant aux zones 1 et 2, elles constituent le vrai Portlandien. Des 61 espèces qui se rencontrent dans les assises inférieures, 29 se retrouvent dans le Portlandien du Jura neuchâtelois et vaudois, et parmi elles sont les plus caractéristiques. Dans les assises supérieures, nous en avons 27. Quoique ces données n'aient que peu d'importance, je dirai cependant que, comme près de la moitié de la faune portlandienne de la Haute-Marne se retrouve dans le Jura, il est probable que nous avons là une preuve du synchronisme des assises portlandiennes des deux pays, comme M. Marcou l'a, du reste, indiqué il y a fort longtemps.

Grâce aux travaux de MM. Perron et Étallon, aucun géologue ne doute plus maintenant de la contemporanéité du Portlandien du Jura proprement dit et de celui de la Haute-Saône. Or, pour M. de Loriol (1), les dépôts appelés *portlandiens* dans la Haute-Saône, l'Yonne, la Haute-Marne et la Meuse (2), sont synchroniques. Il en résulte que, comme je viens de le dire, ils représentent ceux du Jura.

Mais, si le Portlandien du Jura est le même que celui de l'Est du bassin parisien, il n'est pas encore démontré qu'il soit l'équivalent des Portland-beds. En effet, dans son premier travail sur le Boulonnais (3), M. Pellat remarque déjà, sans plus de détails, que le *Portlandien proprement dit* (4) de l'Yonne, de la Haute-Marne et de la Meuse, ne représente que les assises inférieures de celui de Boulogne. Quant aux assises moyennes, c'est un dépôt spécial aux environs de cette ville, au pays de Bray et à l'Angleterre ; il manque, par conséquent, complétement dans la France orientale, ainsi que dans le Jura (5). Pendant

(1) *Monogr. pal. et géol. du Portl. de Boulogne,* p. 130 ; 1866.

(2) *Calcaires du Barrois* de M. Buvignier, à l'exception de leur partie inférieure *(couches d'Auberville)*, qui appartient au Virgulien.

(3) *Bull.*, 2e sér., t. XXIII. p. 193.

(4) A l'exception du Portlandien supérieur de la Haute-Marne et de la Meuse, qui, comme nous venons de le voir, appartient à la fois au Portlandien et au Purbeckien.

(5) M. Tombeck a voulu voir *(Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 195) un équivalent stratigraphique de ce sous-étage dans les calcaires fissiles de la Haute-Marne, qui se trouvent entre les calcaires tubuleux et les bancs verts subordonnés à l'oolithe vacuolaire. Mais, comme aucune des espèces de la faune du Portlandien moyen de Boulogne ne se retrouve dans la Haute-Marne, il n'est pas probable que cette assertion se vérifie dans l'avenir.

qu'il se déposait au nord, le Portlandien inférieur continuait à exister plus à l'est. Enfin, les assises supérieures du Portlandien du Boulonnais trouvent leur véritable équivalent dans le massif que MM. Buvignier, Tombeck et Royer ont appelé *Portlandien supérieur* (zone de la *Cyrena rugosa,* oolithe vacuolaire et calcaires tubuleux) et qui paraît correspondre à la fois aux Portland-beds et aux Purbeck-beds (1).

M. Pellat ajoute que les études faites par M. Sæmann dans le Sud de l'Angleterre ont montré que le Portlandien inférieur du Boulonnais et du pays de Bray manque dans cette région, et que les assises moyennes y sont représentées par les *argiles de Hartwell,* qui forment la partie supérieure du Kimmeridge-clay et une partie du vrai Portlandien, soit du Portland-sand. Le Portlandien supérieur, enfin, correspondrait à la partie supérieure de ce dernier, au Portland-stone et aux Purbeck-beds.

Il résulte donc de ce que je viens de dire, que, comme l'a déjà fait remarquer M. de Loriol, le Portlandien du Jura n'est pas l'équivalent du Portlandien de l'Angleterre, mais qu'il occupe un niveau bien inférieur. En Angleterre, dans le Nord (Boulonnais et pays de Bray) et l'Est de la France, ainsi que dans le Jura suisse, nous trouvons le nom de Portlandien employé dans des sens différents, c'est-à-dire avec une extension verticale différente, que je représente dans le tableau ci-contre (p. 284).

Il est donc évident que l'on a en partie tort d'appliquer dans ces contrées le nom de Portlandien aux assises auxquelles on est convenu de le donner, et que, logiquement, il serait urgent de l'abolir une fois pour toutes et de le remplacer par un autre mieux approprié. Le Portlandien supérieur est le seul vrai équivalent des Portland-beds; il n'en est pas de même du Portlandien moyen du Nord et du Portlandien inférieur en général (2). Il ne m'appartient pas d'entrer ici dans plus de détails sur cette question. J'ai seulement voulu constater qu'il serait à désirer qu'à l'avenir on distinguât mieux qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, la valeur stratigraphique différente du Portlandien dans les diverses régions que je viens de mentionner.

Les dolomies portlandiennes du Jura, que j'assimile à la base de la zone de la *Cyrena rugosa* de la Haute-Marne et du Portlandien supérieur du Boulonnais, reposeraient donc sur le Portlandien inférieur. La *C. rugosa,* qui est le fossile le plus caractéristique du Portlandien supérieur de la Haute-Marne, se rencontre dans les dolomies portlan-

(1) Il est inutile d'ajouter que les recherches géologiques postérieures de M. Pellat, ainsi que les belles études paléontologiques de M. de Loriol, ont pleinement confirmé cette manière de voir.

(2) Comp. : Oppel, *Juraform.*, p. 789.

JURA.	HAUTE-SAONE.	COTE-D'OR.	YONNE.	HAUTE-MARNE.	MEUSE.	BRAY.	BOULONNAIS.	ANGLETERRE.
Purbeckien.	Manque.	Manque.	Manque.	Zone de la *Cyrena rugosa* (Portlandien supérieur).	Oolithe vacuolaire et calcaires tubuleux (Portlandien supérieur).	Portlandien supérieur.	Portlandien supérieur.	Purbeckien.
Dolomies portlandiennes.	Dolomies portlandiennes.	Dolomies portlandiennes.	Dolomies portlandiennes.					Portland-stone et Portland-sand.
Manque.	Manque.	Manque.	Manque.	? Manque.	Manque.	Portlandien moyen.	Portlandien moyen.	Portland-sand et argiles de Hartwell.
Portlandien.	Portlandien.	Portlandien.	Portlandien.	Portlandien moyen et inférieur.	Portlandien moyen (1).	Portlandien inférieur.	Portlandien inférieur.	Parait manquer.

(1) Nous avons vu plus haut que le Portlandien inférieur de M. Buvignier devait être rangé dans l'étage virgulien.

diennes du Jura neuchâtelois et du Doubs, associée à la *Corbula inflexa* (1), une des espèces les plus communes du vrai Purbeckien. Il est, par suite, évident que, de même que les dolomies portlandiennes, celui-ci doit aussi rentrer dans la zone de la *Cyrena rugosa*, d'autant plus que nous avons vu plus haut que cette zone représentait le Portlandien supérieur du Boulonnais, soit le Portland-stone et les Purbeck-beds.

Pour terminer, je résumerai dans le tableau suivant les données que je viens d'exposer dans ce travail :

11. Purbeckien (avec les dolomies portlandiennes)	Zone de la *Cyrena rugosa*.
10. Portlandien	Zone de l'*Ammonites gigas* et de la *Cyprina Brongniarti*.
9. Virgulien	Zone de l'*Ammonites Caletanus*.
8. Ptérocérien	Zone de l'*Ammonites orthoceras*.
7. Séquanien supérieur.	Calcaires à Astartes et oolithe de La Mothe.
6. Séquanien inférieur	Corallien compacte.
5. Rauracien supérieur.	Oolithe de Doulaincourt ou marnes grises.
4. Rauracien inférieur	Calcaires grumeleux coralliens ou marnes grises.
3. Pholadomyen	Zone du *Belemnites Royeri*.
2. Zone des calcaires hydrauliques.	Zone de l'*Ammonites Babeanus*.
1. Spongitien	Zone de l'*Ammonites Martelli*.

M. Tardy fait la communication suivante :

Les **Glaciers pliocènes**, par M. **Tardy**.

J'espère avoir prouvé (2) qu'il a existé à Genève, antérieurement aux Alluvions anciennes, un dépôt glaciaire. Cette formation est nécessairement contemporaine des cailloux striés observés par M. Heer sous les argiles à lignites de Dürnten. Elle est également contemporaine du conglomérat de Perrier dont M. Alph. Julien a indiqué l'origine glaciaire. Ce phénomène glaciaire étant ainsi constaté sur trois points, il est utile d'en rechercher d'autres vérifications sérieuses et probantes, puisque Perrier est encore fort contesté.

(1) Dans les carrières de Ville-sur-Saulx (Meuse), j'ai eu occasion d'étudier l'oolithe vacuolaire, qui en est, pour ainsi dire, entièrement composée.

(2) *Un ancien glacier des environs de Genève, sup.*, p. 181.

Je ne parlerai pas des coquilles marines pliocènes intercalées dans des dépôts d'origine glaciaire à Bernate, près de Côme, bien qu'elles aient été vues en place par plusieurs géologues, en particulier par M. Desor. Pour expliquer ce fait, on a proposé diverses solutions destinées à contester la contemporanéité des coquilles et du glacier. Une étude publiée récemment par notre confrère, M. Fontannes, sur les dernières assises des mollasses marines de la région lyonnaise, peut fournir quelques arguments en faveur d'un remaniement, par les glaciers, des dépôts fossilifères pliocènes de Bernate. Aussi convient-il de chercher ailleurs des preuves des glaciers pliocènes.

D'abord, en Italie, ainsi que je l'ai déjà dit (1), c'est une alluvion ancienne qui supporte les moraines de Rivoli, près de Turin. Tous les géologues s'accordent à placer ces moraines à l'origine de l'époque quaternaire. Les alluvions puissantes qui les supportent sont donc dans une situation analogue à celle des Alluvions anciennes des environs de Genève. En outre, près de Turin, ces alluvions reposent sur un lit de très-gros cailloux cimentés en un poudingue visible dans le lit de la Dora Riparia. Les cailloux de ce poudingue sont presque tous polyédriques, polis et striés; c'est sans doute la moraine de fond du glacier pliocène, lavée sur place par les eaux qui plus tard l'ont cimentée. Ce dépôt erratique, postérieur aux sables de l'Astésan, ne peut donc être rapporté qu'à l'époque des conglomérats de Perrier, des cailloux striés de Dürnten, des dépôts glaciaires démantelés des environs de Genève, c'est-à-dire à une époque voisine des faunes à *Mastodon Arvernensis* et à *Elephas meridionalis*, et, sans doute, entre ces deux faunes. En effet, d'une part, la faune à *Elephas meridionalis* est postérieure aux cailloux striés observés sous les lignites de Dürnten par M. Heer; d'autre part, le dépôt glaciaire remanié de Genève est postérieur à la faune des Mastodontes, qui termine, dans le bassin du Rhône, la série lacustre des mollasses supérieures au Miocène marin (2).

Dans la vallée du Rhône, les sablières ouvertes entre Meximieux et Lyon montrent une alluvion puissante sous le terrain glaciaire bien caractérisé, qui couronne le bord méridional du plateau des Dombes. Tous les géologues qui se sont occupés de ces dépôts erratiques s'accordent à les placer à l'origine de l'époque quaternaire. L'alluvion sur laquelle ils reposent occupe donc la même place que les Alluvions anciennes de Genève, et c'est à sa base qu'il convient de chercher

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXIX, p. 531; 1872.

(2) Voir: Benoît, *Essai d'un Tableau comparatif des terrains tertiaires dans le bassin du Rhône et des Usses. Bull.*, 3e sér., t. III, p. 436; 1875.

les dépôts glaciaires pliocènes. Et en effet, dans l'une des sablières ouvertes dans la falaise du plateau des Dombes qui borde le Rhône, on voit très-nettement, sous l'Alluvion ancienne, un dépôt glaciaire des mieux caractérisés. En outre, sur le versant de la Saône, l'étude contradictoire d'un très-bon observateur, M. Gotty, est venue confirmer les résultats de mes explorations ; car M. Gotty a reconnu, au fond d'une sablière, un dépôt glaciaire inférieur à l'alluvion, et un second supérieur à cette même alluvion et en relation directe avec les dépôts glaciaires des collines des Mercières, de Sathonay, etc.

Le dépôt erratique glaciaire pliocène repose aux environs de Lyon sur les mollasses marines, et se trouve dans la vallée creusée, sans doute, par le torrent du glacier pliocène dans les argiles lacustres à Mastodontes. En effet, ces argiles reparaissent à une faible distance à un niveau plus élevé que celui des alluvions qui les masquent complétement vers Lyon ; néanmoins ces argiles lacustres ne se montrent nulle part à travers les couches d'alluvions, et l'on ne voit dans leur série aucune trace d'une alluvion quelconque. Aussi me semble-t-il démontré que ces alluvions anciennes et le dépôt glaciaire qui les supporte sont ici encore postérieurs aux Mastodontes. Ils sont, d'un autre côté, antérieurs aux premiers glaciers quaternaires. Le dépôt glaciaire inférieur est donc, auprès de Lyon, du même âge que les dépôts déjà signalés à Perrier, à Dürnten, à Genève et aux environs de Turin.

Au centre de la Bresse, près de Bourg, on voit, dans une situation identique avec celle des dépôts de la vallée du Rhône que nous venons d'examiner, un dépôt de cailloux de quartzites très-volumineux, recouvert par une alluvion placée elle-même sous le terrain quaternaire glaciaire des plateaux des Dombes et de la Bresse.

Cette formation est située dans une ancienne vallée dont j'ai déjà entretenu la Société (1), et par laquelle la rivière d'Ain a dû, suivant moi, s'écouler lorsque le plateau des Dombes était encore soudé au Bugey.

Il est très-rare de trouver dans la couche inférieure des gros cailloux de quartzites, quelques cailloux ayant conservé des traces de stries ; ces cailloux, rarement striés dans les dépôts plus récents, auront, sans doute, été roulés par l'Ain ancien. Mais leur situation au nord du plateau des Dombes me semble impossible à expliquer autrement que par une origine glaciaire. Ce lit de cailloux étant situé dans les mêmes conditions que le dépôt glaciaire inférieur des environs de Lyon, on doit supposer qu'il est du même âge. Il représente donc à Bourg le dépôt glaciaire pliocène dont la formation sépare

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 479 et 582 ; 1875.

DÜRNTEN (Oswald Heer).	GENÈVE (Alph. Favre et la Société géologique).	RIVOLI (près Turin) (Gastaldi et Tardy).	LYON Berges du plateau des *Dombes* (Gotty et Tardy).	BOURG (Benoît et Tardy).	PERRIER (A. Julien).
Glaciaire quaternaire.	Glaciaire quaternaire.	Moraines quaternaires.	Glaciaire des Mercières.	Glaciaire de Seillon.	Glaciaire quaternaire.
—	—	—	—	—	—
?			?	Terre argileuse jaune.	Basalte.
				—	
Alluvions anciennes.	Alluvions anciennes.	Alluvions anciennes.	Alluvions anciennes.	Alluvions.	.....
—	—	—	—	—	—
Argiles et lignites à *Elephas*.	Argiles bleuâtres du bois de la Bâtie.	Cimentation des cailloux striés du lit de la Dora Riparia.	Alluvions très-sableuses.	Terre argileuse.	Couches à *Elephas meridionalis*.
—	—		—	—	—
Cailloux striés.	Cailloux valaisans des Alluvions anciennes ayant traversé le Léman sans le combler.		Argile grise, mêlée de cailloux polis et striés.	Gros cailloux de quartzites.	Conglomérat.
—	—	—	—	—	—
	Mollasses lacustres à Mastodontes.	Villafranchien à Mastodontes.	Mollasses lacustres de Meximieux, etc.	Mollasses lacustres à lignites, etc.	Couches à *Mastodon Borsoni* et *M. Arvernensis*.
		—	—	—	
		Conglomérat.	Lits de cailloux de Varambon.		
		—	—		
		Astien.	Mollasses marines.		

l'époque des *Mastodon Arvernensis* et *M. Borsoni* de celle de l'*Elephas meridionalis*, autant qu'on peut le dire dans l'état actuel de la science; car le débrouillement de ces couches situées au fond de nos vallées, au niveau des fleuves actuels, laisse encore beaucoup à désirer.

L'étude que M. Fontannes vient de faire paraître sur le vallon de la Fuly et sur les mollasses supérieures de la région lyonnaise, semble indiquer que des dépôts erratiques anciens de cette région appartiennent au Miocène supérieur (1), tandis que les dépôts de la colline de Turin sont du Miocène moyen. On doit en conclure que, depuis la première apparition des glaciers miocènes, les neiges n'ont, probablement, jamais abandonné les sommets des grandes chaînes, et sont souvent descendues sous forme de glaciers dans les basses plaines.

Le tableau ci-contre (p. 288) permettra de saisir plus facilement les relations des faits signalés dans cette note, et d'apprécier la valeur des conséquences que j'ai cru pouvoir en tirer pour la constatation d'une époque glaciaire pliocène séparant la faune des Mastodontes de celle de l'*Elephas meridionalis*.

Séance du 21 *février* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président se fait l'interprète des sentiments de regret qu'occasionne la mort de M. Adolphe **Brongniart**, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle. Il aurait désiré se joindre, au nom de la Société géologique de France, à ceux qui viennent de rendre les derniers devoirs à M. Brongniart; mais il n'a pas eu connaissance en temps utile de l'heure de la cérémonie. La Société demandera à l'un de ses membres de retracer la vie et d'analyser les travaux du savant académicien dont la perte sera vivement sentie par tous les géologues qui s'occupent de végétaux fossiles.

Le Président annonce le décès de deux autres membres :

Sir William-Edmond **Logan**, ancien président de la Commission géologique du Canada;

Et M. Charles **d'Orbigny**, ancien aide-professeur au Muséum d'Histoire naturelle. M. Ch. d'Orbigny a publié un *Dictionnaire d'His-*

(1) V.: *Les glaciers miocènes en Bresse, sup.*, p. 184.

toire naturelle fort apprécié. Il s'était beaucoup occupé des terrains tertiaires des environs de Paris, et il en a donné un tableau synoptique. Tous ceux des membres de la Société qui ont suivi, il y a une vingtaine d'années, les excursions qu'il dirigeait autour de Paris, n'ont certainement pas oublié sa bienveillance et l'attrait de ces promenades scientifiques.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. de Raincourt fait la communication suivante :

*Description d'*espèces nouvelles *du bassin de* Paris, par M. de Raincourt.

Pl. V.

1. ARCA GYSSEYI, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 7-7 *b*.

L'*Arca Gysseyi* est jusqu'à ce moment la plus petite espèce connue du genre. Elle est subquadrilatère, profonde, arrondie antérieurement et tronquée postérieurement. Le crochet est légèrement incliné vers la partie postérieure. La surface de la coquille est lisse; les bords sont entiers, sans crénelures. La charnière montre une fossette ligamentaire et, de chaque côté, quatre dents légèrement inclinées.

Longueur: 1 mm.
Largeur : un peu moins de 1 mm.
Habitat : Septeuil.

2. VULSELLINA (*n. gen.*) CHAUSSYENSIS, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 10-10 *b*.

La belle localité de Chaussy nous a offert une coquille d'un faciès tout à fait nouveau; on ne peut la rapporter à aucun genre connu. C'est des *Vulsella* qu'elle se rapproche le plus; aussi proposons-nous pour elle un nom générique qui indique cette ressemblance.

Elle est un peu plus haute que large, et a une forme sensiblement ovalaire. Le crochet est droit et court. La charnière se rapproche de celle des *Malleus;* sa surface est creusée d'une fossette un peu oblique, qui ne se prolonge pas jusqu'au bout du crochet. La surface extérieure porte des stries irrégulières d'accroissement. L'intérieur de la coquille est nacré ; il montre une impression musculaire qui, dans les individus adultes, devient assez allongée.

Long. : 7 mm.
Larg. : 5 mm.
Hab. : Chaussy.

3. SCALARIA SELLEI, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 3 et 3 *a*.

La *Scalaria Sellei* est une petite coquille sur laquelle on compte dix tours un peu convexes: les trois premiers sont lisses; sur les suivants s'élèvent des côtes un peu convexes, au nombre de dix-huit; presque sur chaque tour on observe une varice irrégulièrement placée. Toute la coquille est couverte de stries transverses, excessivement fines, et qu'on ne peut percevoir qu'à l'aide d'un très-fort grossissement. Le dernier tour est aplati à la base, qui est couverte par un petit disque lisse. Le péristome est formé par un fort bourrelet.

Long. : 9mm.
Diamètre : 2mm,5.
Hab. : Septeuil.

4. BIFRONTIA SPIRATA, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 5-5 *b*.

Cette coquille est discoïde; sa surface supérieure, légèrement conoïde, montre distinctement les cinq tours dont se compose la spire. La suture est garnie d'un petit bourrelet. La surface inférieure, convexe, présente au centre un large ombilic, dans lequel on distingue très-nettement les tours. Un angle oblique et aigu, légèrement dentelé, termine les tours et s'observe jusqu'au fond de l'ombilic. L'ouverture, légèrement déprimée, est oblique à l'axe. Le bord droit, mince et tranchant, est arrondi et avance plus sur la surface inférieure que sur la supérieure.

Diam. : 8mm.
Hauteur : 5mm.
Hab. : Chaussy.

5. SIPHONARIA GLABRATA, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 9-9 *b*.

Les trois espèces de Siphonaires connues jusqu'ici dans le bassin de Paris sont toutes trois pourvues de côtes fort accusées; celle que nous décrivons ici s'en distingue donc au premier coup d'œil. Elle est ovalaire, presque complétement symétrique, et, si on ne l'examinait qu'extérieurement, on pourrait la prendre pour une Patelle. Elle est assez déprimée, sans ornements, et laisse paraître à peine quelques traces d'accroissement. Le sommet, presque central, est sensiblement infléchi en arrière et très-faiblement incliné vers la gauche. A l'intérieur la gouttière est légèrement indiquée. L'impression mus-

culaire, assez étroite, contourne presque toute la coquille, s'élargit vers les extrémités et laisse un espace étroit à l'endroit de la gouttière.

Long. : 8mm.
Larg. : 6mm.
Haut. : 3mm.
Hab. : Verneuil.

6. STOLIDOMA TOURNOUERI, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 1 et 1 *a*.

Par sa forme générale, cette coquille a quelques rapports avec les Olives. Sa spire, courte, est composée de tours presque plans et réunis par une suture linéaire ; l'avant-dernier tour s'accroît rapidement, et le dernier est deux fois plus long que la spire. Il n'y a aucune trace de perforation ombilicale. Le bord droit est mince et tranchant ; la columelle, légèrement sinueuse, porte vers le tiers antérieur un pli obliquement contourné. En avant de ce pli, s'en trouve un second, beaucoup plus petit, qui semble tronquer la columelle.

Long. : 4mm,5.
Larg. : 1mm,5.
Hab. : Septeuil.

7. STOLIDOMA EOCÆNICA, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 2 et 2 *a*.

Cette espèce diffère notablement de la précédente. Sa spire, qui ne compte que cinq tours, est sensiblement plus longue que l'ouverture ; les tours sont légèrement convexes et réunis par une suture linéaire. Le bord droit est simple. La columelle, légèrement contournée, porte, vers la moitié de sa longueur. un gros pli oblique.

Long. : 2mm,5.
Diam. : 1mm.
Hab. : Septeuil.

8. POMATIAS RESSONII, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 4-4 *c*.

Cette espèce, fort rare et régulièrement conoïde, est composée de huit tours convexes, qui s'accroissent assez rapidement et sont réunis par une suture simple et profonde. Le dernier tour se dilate un peu vers l'ouverture, qui est circulaire et garnie d'un péristome assez épais. Un ombilic se montre au centre de la coquille. Toute la surface

des tours est couverte de côtes fort obliques, excessivement fines et très-rapprochées ; ces côtes s'observent jusque dans l'ombilic.

Long. : 9mm.
Diam. : 6mm.
Hab. : Resson.

9. TURBO SAUVAGEI, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 6-6 *b*.

Petite espèce, ayant quelque analogie avec le *T. distans*, Desh., mais qu'il est impossible de confondre avec celui-ci. Cette coquille, discoïde, assez aplatie sur sa surface supérieure, a une spire peu élevée. Deux côtes égales, lisses et rapprochées, sont placées sur le milieu des tours; une troisième occupe la circonférence et y forme une carène d'autant plus prononcée que l'espace qui la sépare des deux autres est très-sensiblement concave. La partie inférieure de la coquille est fortement bombée ; elle est percée d'un ombilic profond ; six cordons occupent les deux tiers, environ, de cette surface; l'autre tiers est parfaitement lisse et concave, comme à la partie supérieure.

Diam. : 4mm.
Haut. : 2mm.
Hab. : Chaussy.

10. CYPRÆA ACYENSIS, *de Raincourt.*

Pl. V, fig. 8 et 8 *a*.

Cette espèce, lisse, ventrue, mais atténuée à son extrémité antérieure, a quelques rapports avec la *C. media*, Desh. ; elle s'en distingue particulièrement par son ouverture, qui est étroite et fortement infléchie à l'extrémité postérieure, où la columelle semble comprimée. Celle-ci porte à son extrémité antérieure une callosité assez forte ; elle est garnie de dix-neuf plis. Sur le bord droit on en compte vingt-sept plus serrés au milieu que vers les extrémités.

Long. : 28mm.
Diam. : 18mm.
Hab. : Acy.

M. Alf. Caillaux fait la communication suivante :

Note sur la **découverte** *de* **minerai d'étain** *en* **Toscane**, par M. Alf. **Caillaux.**

Les groupes montagneux de la Toscane, voisins de la mer, sont depuis longtemps connus comme renfermant des substances métalliques.

qui ont donné lieu à des exploitations prolongées, particulièrement à l'époque des républiques italiennes. Quelques-unes de ces exploitations ont été reprises dans le cours du siècle actuel, notamment la célèbre mine de cuivre de Montecatini, qui, depuis cinquante ans, a donné des bénéfices considérables à ses heureux propriétaires.

Les anciens travaux connus ou les mines reprises ont fourni jusqu'à ce jour des minerais de plomb, de plomb argentifère, de cuivre, de zinc, de mercure, etc.; mais jamais on n'y avait signalé la présence de l'étain, qui vient d'y être reconnue tout récemment.

Cette découverte, qui m'a été communiquée par M. l'ingénieur Charlon, a été faite auprès de *Campiglia-marittima*, entre Livourne et Grosseto, à peu de distance de la mer, et au lieu dit les *Cento-camerelle*.

Les *Cento-camerelle*, ou les *Cent petites chambres*, ne sont autres que de petites excavations pratiquées sur des gisements de fer et attribuées aux Étrusques et aux Romains. L'exploitation de ces minerais a été reprise en 1873, et c'est en la continuant que l'on a découvert le minerai d'étain.

La Cassitérite constitue en ce lieu un petit filon compacte. de 0m25 d'épaisseur, formant, au toit, la lisière d'un filon de limonite. Le minerai est compacte, brun; il renferme des lamelles de carbonate de chaux. Deux analyses faites au laboratoire de la maison Hallway, de Londres, ont donné :

Oxyde d'étain.	75,18	—	92,40
— de fer.	4,00	—	3,49
Carbonate de chaux. . . .	19,64	—	3,31
Plomb et bismuth.	traces	—	0,00
Matières indéterminées . .	1,18	—	0,77
Total	100,00	—	100,00
Étain métallique	58,90	—	72,00

Cette découverte semble très-remarquable au point de vue de la science, en ce sens qu'elle tend à modifier les idées généralement reçues sur l'ancienneté des gisements stannifères et sur leurs rapports avec les roches encaissantes.

Jusqu'ici on avait rapporté ces gisements aux roches granitiques les plus anciennes, parce que c'était au milieu d'elles, ou dans leur voisinage, au sein des schistes anciens, que l'on avait trouvé tous ceux que l'on connaissait : en Angleterre (Cornouailles), en Saxe, en Espagne, en France (La Villeder, Creuse, Haute-Vienne).

Or, le minerai d'étain de la Toscane, avec le minerai de fer qui l'accompagne, est enclavé, comme les minerais de cuivre des montagnes voisines du Temperino ou de Monte-Calvi, dans des calcaires que les géologues italiens rapportent au Lias ou à l'Infrà-lias.

Cette situation rajeunit donc notablement les gisements stannifères. Ils ne cessent probablement pas de se rapporter aux granites, puisque, non loin du gisement dont il est ici question, on a cité l'existence de granites relativement récents ; mais leur remplissage ne paraît pas appartenir exclusivement à l'époque granitique ancienne, et il s'est prolongé tout au moins jusqu'au Lias ou à l'Infrà-lias.

Séance du 6 *mars* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce la mort de M. Angelin, membre de l'Académie des Sciences de Stockholm.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Lefèvre, Libraire-éditeur, quai des Grands-Augustins, 47, à Paris, présenté par MM. Bioche et Danglure.

Le Président annonce ensuite une présentation.

Il donne lecture du programme d'une Exposition spéciale d'appareils scientifiques qui s'ouvrira le 1er avril prochain à Londres.

M. Gaudry communique une lettre dans laquelle M. de Saporta annonce qu'il veut bien se charger de rédiger une notice sur la vie et les travaux de M. Brongniart.

M. Vasseur fait la communication suivante :

Sur la couche à **Lépidostées** *de l'argile de* **Neaufles-Saint-Martin,** *près Gisors,*

par M. Gaston **Vasseur.**

Pl. VI.

Il y a plus d'un an déjà que M. le professeur P. Gervais a rendu compte à l'Académie des Sciences (1) de la découverte que je venais de faire, dans le terrain tertiaire des environs de Gisors, d'ossements

(1) Voir *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIX, p. 844 ; séance du 12 octobre 1874.

de Poissons ganoïdes du genre Lépidostée. J'avais trouvé ces débris fossiles au lieu dit *la Tuilerie* de Neaufles-Saint-Martin, et dans une couche des fausses glaises qui les renfermait en singulière abondance.

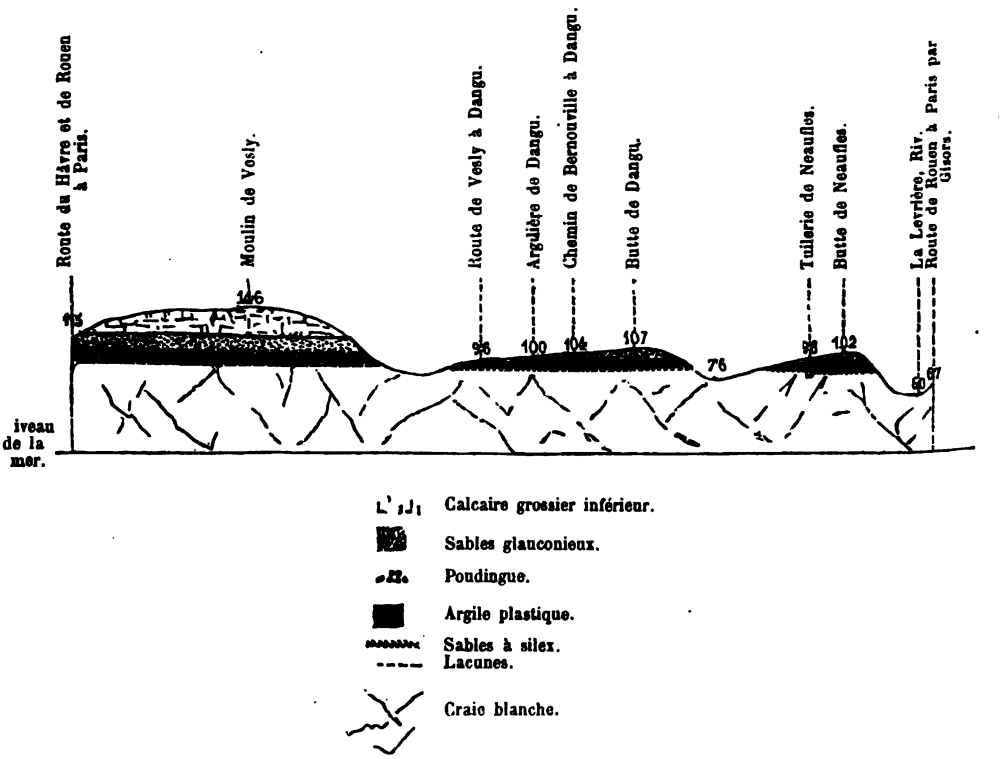
J'ai eu l'occasion, l'été dernier, de visiter de nouveau et de fouiller avec plus de soin cette localité, et je désire en entretenir aujourd'hui la Société géologique.

La hauteur de Neaufles constitue un prolongement en promontoire du grand plateau que borne à l'est la vallée de l'Epte et qui s'étend de Gisors à Vernon. Un cours d'eau, la Bonde, le limite quelque temps vers le nord et se jette dans la Levrière. Cette rivière coule au pied de la butte de Neaufles, à l'extrémité de laquelle elle se joint à l'Epte.

Si l'on mène une coupe perpendiculaire à la Levrière et parallèle à la vallée de l'Epte, en la faisant passer par les hauteurs de Vesly, de

Fig. 1. — *Coupe des hauteurs de Vesly, Dangu et Neaufles.*

Échelle des hauteurs : $\frac{1}{8\,000}$; des longueurs : $\frac{1}{80\,000}$.



Dangu et de Neaufles (fig. 1), on trouve d'abord le Calcaire grossier inférieur, qui forme le couronnement de la butte de Vesly et est visible depuis le point culminant, à la cote 146m, jusque vers la cote 120m. Il renferme des coquilles aussi abondantes et aussi bien conservées que dans la localité, si connue des paléontologistes, de Parnes (Oise).

A la cote 120m s'ouvre une sablière, qui présente, sur 12 mètres de profondeur, les Sables glauconieux de Cuise. Ces sables ne sont point fossilifères. Je n'ai pas pu observer leur contact avec l'argile sous-jacente.

Cette argile est plastique, parfois sableuse, généralement jaune, grise ou noirâtre. On la met à découvert dans Vesly même chaque fois qu'on y exécute des travaux de fondations. Son affleurement autour de la butte est d'ailleurs nettement indiqué par de nombreuses fontaines.

On retrouve l'argile sur la hauteur de Dangu, où elle a été longtemps et sur plusieurs points exploitée pour la fabrication des tuiles. Ces anciennes argilières ont leurs orifices à la cote 100m. Leur profondeur est de 8 mètres environ.

Si l'on se dirige de cet endroit vers le sommet de la butte, on peut observer, à partir de la cote 104m et jusqu'au point culminant (107m), une accumulation considérable de galets siliceux très-roulés, qui donnent aux terres presque incultes l'aspect d'une véritable plage.

Ces galets sont jaunes, gris ou noirs, généralement de forme ovalaire déprimée; ils ont des dimensions fort variables et atteignent parfois la grosseur du poing. Quelques coups de pioche donnés en cet endroit m'ont montré qu'ils sont mélangés à un sable jaune ou blanc. Enfin, on rencontre çà et là dans les champs de gros blocs d'un poudingue siliceux formé du même sable et des mêmes galets.

Pour se rendre de la cote 107m à la butte de Neaufles, on traverse un petit vallon. En descendant la côte de Dangu, j'ai observé l'affleurement de l'argile, puis la Craie, visible dans plusieurs marnières à la cote 90m environ. Les galets ne se montrent pas au-dessous de la cote 100m.

En montant sur la butte de Neaufles, j'ai vu, immédiatement au dessus de la Craie, et vers la cote 91m, un sable jaune à silex. L'argile apparaît ensuite, et on la suit aisément jusqu'aux tuileries de Neaufles.

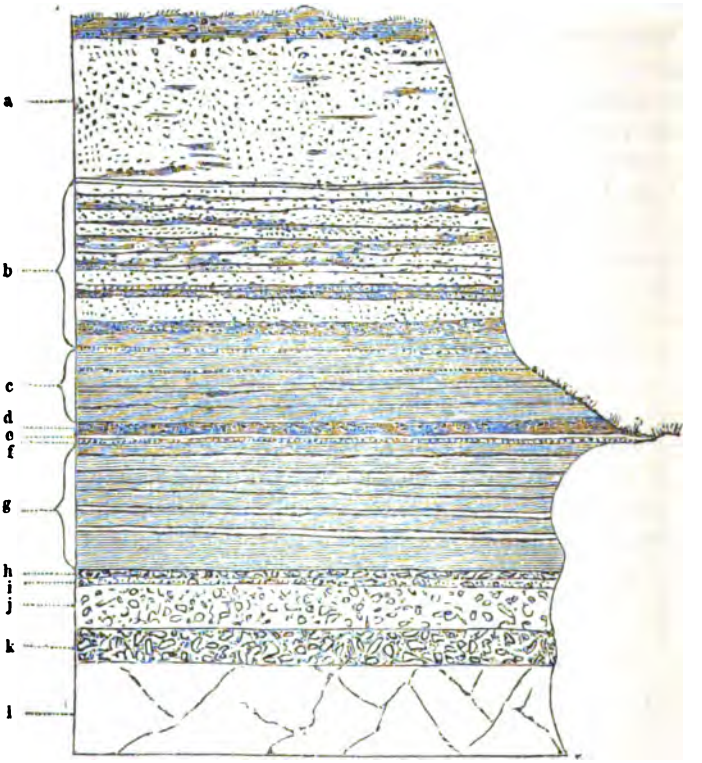
C'est dans celle de ces argilières qui est exploitée par M. Després, que j'ai trouvé un véritable lit à ossements, et, comme la coupe de cette carrière me paraissait devoir présenter quelque intérêt aux géologues et aux paléontologistes, je la complétai au moyen d'une fouille que je fis exécuter jusqu'à la Craie.

Voici, de haut en bas, la série des couches que j'ai observées en cet

endroit, la partie supérieure de l'argilière (fig. 2) étant à la cote 98m :

Fig. 2. — *Coupe de l'argilière de M. Desprès, à Neaufles-Saint-Martin.*

Échelle : $\frac{1}{100}$.



a — Sable argileux rougeâtre, recouvert d'une mince couche de terre végétale. Il renferme à sa partie supérieure une grande quantité de galets siliceux très-roulés..... 2m20

b — Nombreuses alternances de petits lits d'argile grise, parfois sableuse, et de couches plus épaisses de sable gris ou jaune, plus ou moins argileux. 1m13

c — Couches d'argile grise, de 0m20 à 0m25 d'épaisseur, séparées par des lits très-minces de sable ou d'argile sableuse jaune..... 0m92

d — Lit à ossements ou *couche à Lépidostées*..... 0m20

C'est une argile d'un gris d'ardoise et qui se distingue tout d'abord des autres couches de l'argilière par sa couleur foncée. Elle est pétrie d'ossements de Poissons, surtout du *Lepidosteus Maximiliani*, dont les écailles constituent le fossile dominant. On y trouve aussi des ossements de Tortues, de Crocodiles et de Mammifères, au sujet desquels nous

aurons occasion de revenir. Ce lit à ossements renferme, en outre, des coprolites, du succin pulvérulent et autres débris de végétaux. Il est particulièrement fossilifère sur 0m07 à sa partie inférieure.

e — Argile d'un gris pâle 0m04

On y trouve des coprolites, des vestiges de coquilles et des empreintes de végétaux (Ce lit, lorsque je visitai la tuilerie de Neaufles, formait le fond de l'argilière. Les couches qui suivent ont été mises à découvert dans la fouille que j'ai fait faire).

f — Lit mince de sable jaune ferrugineux 0m03

g — Couches d'argile grise, séparées par des petits lits d'argile jaune. La couche inférieure, qui se compose d'argile grise, a 0m50 d'épaisseur. On trouve dans tout cet ensemble de belles empreintes végétales et de rares débris de Poissons et de Tortues. } 1m70

h — Lit de rognons calcaires, magnésiens, blanchâtres ; c'est une sorte de marne endurcie ou de marnolithe 0m05

i — Sable argileux, rougeâtre, très-ferrugineux, contenant en grande abondance des rognons de silex de la Craie. Ces silex sont peu roulés, mais ils présentent fréquemment des cassures à arêtes mousses. J'ai trouvé dans cette couche quelques ossements de Poissons et particulièrement de Lépidostées 0m08

j — Sable glauconieux gris, non argileux, et renfermant une grande quantité de rognons de silex de la Craie plus ou moins brisés 0m60

k — Sable glauconieux jaune, argileux à sa base et contenant, comme les deux couches précédentes, de nombreux silex de la Craie 0m45

l — Craie blanche à *Belemnitella mucronata*, non fragmentaire et à peine fissurée. Sa surface de contact avec le sable sus-jacent est fort régulière. Elle est visible sur ..... 1m »

Total 8m40

Telle est la succession de terrains que j'ai constatée dans l'argilière en question. Il reste maintenant à déterminer l'âge géologique de ces diverses couches.

On a vu qu'à la partie supérieure de la coupe se trouvent de nombreux galets siliceux. Ces galets sont semblables à ceux déjà observés sur la hauteur de Dangu.

Si de la Tuilerie de Neaufles on se dirige vers le sommet de la butte, qui est à 102 mètres d'altitude, on remarque que les galets deviennent de plus en plus abondants et couvrent enfin complétement la surface du sol. Ici encore ils sont mélangés à un sable jaune.

Quoique je n'aie pas pu constater la présence de cette formation poudinguiforme entre les sables glauconieux de Vesly et l'argile sous-jacente, on ne mettra pas en doute qu'elle est tertiaire, si l'on considère que sur tous les autres points de la contrée où on la retrouve, elle est toujours en relation avec l'argile ou les lignites qu'elle recouvre.

D'ailleurs ces galets sont, sans doute, du même âge que ceux indiqués à Vignolles, au sud de Soissons, par M. le professeur Hébert, qui

les cite encore au Mont-Berru, près de Reims. Cet auteur les a trouvés entre les grès à Cyrènes, qui sont une dépendance des Lignites, et les Sables de Cuise. C'est bien la même position qu'occupent les galets de Neaufles et de Dangu, si on observe que le sable et les lits argilo-sableux sous-jacents peuvent représenter les grès à Cyrènes, tandis que le sable glauconieux de Vesly se montre à la cote 108m, immédiatement supérieur au poudingue de Dangu.

D'après leur âge ainsi fixé entre les Lignites et les Sables de Cuise, on peut admettre que ces poudingues faisaient partie du grand cordon littoral dont la présence dans le bassin de Paris indique, suivant M. Hébert, que cette région était émergée pendant le dépôt de l'Argile d'Ypres et de Londres.

Comme je l'ai dit plus haut, les couches argilo-sableuses *a* et *b* de notre coupe se relient intimement à la formation d'argile qu'elles recouvrent. Celle-ci est représentée par les divers lits *c, d, e, f, g,* dans lesquels on reconnaît aisément le niveau des Fausses glaises, les Lignites n'étant pas développés en cet endroit.

La couche de rognons calcaires, *h,* montre un brusque changement dans le mode de sédimentation. Elle sépare en effet, d'une manière assez remarquable, les dépôts argileux des sables glauconieux inférieurs.

Ces derniers, *i, j, k,* doivent être rapportés à la formation de Bracheux, retrouvée d'ailleurs par Graves dans maintes localités voisines.

Ce qui frappe tout particulièrement lorsqu'on examine ces sables, c'est la quantité considérable de rognons de silex qu'ils renferment; en effet, ces rognons, en contact les uns avec les autres, constituent même l'élément principal de la couche, le sable remplissant seulement les interstices.

Nous trouvons là sans doute une preuve nouvelle des dénudations profondes qu'a subies la Craie du bassin de Paris dans les premiers temps de la période tertiaire. De plus, ces silex déjà accumulés à la surface de la Craie ont dû, lors des dépôts quaternaires, contribuer pour une large part à la formation des limons caillouteux qui recouvrent tous les plateaux de cette partie du Vexin.

La description géologique qui vient d'être donnée de la butte de Neaufles, en même temps qu'elle montre un contact de la Craie et du terrain tertiaire qu'il n'est pas toujours possible d'observer, me paraissait nécessaire pour déterminer d'une manière précise la position stratigraphique du lit à ossements de l'argilière. Je vais maintenant examiner avec quelques détails les différents fossiles que m'a fournis cette couche intéressante.

Comme je l'ai déjà indiqué, elle renferme en grande abondance

des restes du *Lepidosteus Maximiliani*, Ag. sp. *(Lepidotus)*, (= *Lepidosteus Suessoniensis*, P. Gerv.). C'est un fait assurément remarquable que la présence, dans le bassin tertiaire de Paris, de ce genre si curieux actuellement confiné dans l'Amérique du Nord. Tant que l'on ne rencontrait, soit dans les Lignites, soit dans les Sables glauconieux, que les écailles et les dents de ces animaux, on ne pouvait affirmer d'une manière absolue que ces restes eussent appartenu à des Lépidostées véritables, mais aujourd'hui, ainsi que M. le professeur P. Gervais l'a dit à l'Académie des Sciences, les vertèbres convexo-concaves et les différents os de l'argile de Neaufles dissipent tous les doutes qu'on pourrait avoir encore sur la détermination générique de ces Vertébrés fossiles.

Il sera, je présume, d'un très-grand intérêt pour les paléontologistes, de retrouver dans le lit à ossements qui nous occupe, les pièces de toutes les parties solides du corps de ces Poissons, dans un état de conservation si admirable que les os les plus fragiles même s'y rencontrent fréquemment intacts.

Pour les écailles (Pl. VI, fig. 1-9), par exemple, ce sont celles dont la surface émaillée est pentagonale et qu'on reconnaît pour appartenir à la ligne médiane dorsale, ou celles de la région des flancs, en forme de losange. Parmi ces dernières, il y en a de canaliculées, provenant des lignes latérales. Quelques écailles ont la forme de parallélogrammes très-allongés : ce sont celles des régions anales. D'autres sont carrées et étaient situées à la face ventrale dans le voisinage de la tête.

Les plaques céphaliques de Lépidostées (Pl. VI, fig. 16-20) sont très-communes dans la couche fossilifère de Neaufles. Elles sont toutes comme gravées, ainsi que dans les espèces actuelles du même genre. Tantôt les sortes de granulations qui les recouvrent paraissent disposées sans ordre, tantôt au contraire elles présentent une disposition rayonnée. J'ai reconnu, parmi ces débris de formes très-variées, des portions de plaques frontales, pariétales et operculaires, et de nombreuses petites plaques des joues ou post-oculaires.

A ces divers ossements étaient associés des fulcres (Pl. VI, fig. 10 et 11), les vertèbres convexo-concaves déjà citées (fig. 12-14) et caractéristiques des Lépidostées, des dents, des portions de mâchoires (fig. 15) de ces poissons ; enfin la pièce médiane d'une branche latérale d'un hyoïde. Cet os (fig. 21) est cylindrique, très-renflé à ses deux extrémités, qui sont couvertes de stries longitudinales. Comme dans les Lépidostées de l'époque actuelle, il ne présente pas cette gouttière caractéristique qui dans les autres Poissons longe sa face externe et sert de canal à l'artère hyoïde.

Non-seulement donc nous retrouvons à Neaufles toutes les pièces

qu'on peut désirer pour la connaissance du *Lepidosteus Maximiliani*, mais nous voyons encore que ses ossements offrent absolument les mêmes particularités que ceux des espèces vivantes de ce genre de Ganoïdes.

Les autres débris de Poissons que j'ai recueillis sont quelques écailles de Cténoïdes, des vertèbres biconcaves et des dents de plusieurs sortes, qui se rapportent sans doute aux espèces déjà signalées dans les Lignites.

Les Reptiles, dont les ossements sont si communs dans le Soissonnais et dont Graves a retrouvé des spécimens remarquables, ont aussi laissé leurs débris dans la couche à *Lépidostées*. Ce sont des plaques d'Émydes (Pl. VI, fig. 26-30), des dents et des écailles de Crocodiles (fig. 22 et 23).

Les coprolites que l'on y trouve aussi se rapportent à ces derniers animaux, et ils ont cela de curieux qu'ils renferment fréquemment des écailles de Lépidostées. Ni l'agilité merveilleuse que possédaient ces Poissons, ni l'épaisse cuirasse qui les protégeait, ne les empêchaient donc d'être souvent la proie des Crocodiliens, qui devaient pulluler dans les eaux marécageuses de cet âge.

Il y avait aussi dans ces parages des petits Mammifères à la fois fouisseurs et aquatiques, comme l'indique un fémur que j'ai trouvé dans la couche à Poissons de l'argilière. C'est le seul os de Mammifère que j'aie recueilli à Neaufles, mais les caractères qu'il présente en font un spécimen assez intéressant (Pl. VI, fig. 24 et 25).

Il a 0m03 de longueur, mais, comme il est brisé à sa partie inférieure au-dessus de la surface rotulienne, il pouvait avoir 0m034 environ. Le corps de l'os est aplati, surtout à ses extrémités. Il est incurvé sur son bord interne. Le bord externe présente une crête mince.

Ce qu'il faut nécessairement considérer dans le fossile dont il s'agit, c'est la région trochantérienne. Le grand trochanter dépassait beaucoup la tête du fémur. Son bord externe s'amincit pour aller former un troisième trochanter. Sa face postérieure est plane et s'élargit en se confondant avec la face postérieure du petit trochanter, toutes deux étant situées dans un même plan. La cavité digitale est très-prononcée. Le col du fémur est aplati, extrêmement court, à peine indiqué, de sorte que la tête ne se détache point, à proprement parler, du corps même de l'os.

Un premier examen de ces caractères nous montre que c'est parmi les Rongeurs et les Insectivores seuls que nous devons chercher une structure du fémur analogue à celle qui vient d'être décrite. De plus, notre os est plat, trapu et robuste; l'animal auquel il appartenait était donc aquatique et fouisseur. Mais comme dans les deux ordres précé-

demment cités on trouve des espèces satisfaisant à ces conditions, il est difficile au premier abord de dire auquel de ces deux grands groupes de Mammifères devra être rapportée l'espèce dont il s'agit. Toutefois, des comparaisons nombreuses et répétées m'ont montré dans certains Rongeurs, dans les *Spalax* par exemple, des formes du fémur tellement identiques avec celles de notre spécimen, que je me crois autorisé à attribuer le fossile en question à un animal de cet ordre.

Tels sont les divers ossements que m'a fournis l'argilière de Neaufles. Je dois ajouter que tous ces débris se trouvaient dans une quantité d'argile relativement faible, 1 mètre cube environ.

En entretenant la Société géologique de la couche à Lépidostées, de ce véritable bone-bed tertiaire, je m'estime heureux d'avoir signalé aux paléontologistes un gisement vraiment remarquable par la bonne conservation et l'abondance des restes fossiles qu'on y trouve.

Je ne veux pas terminer cette note, sans adresser mes meilleurs remercîments à M. E. Rouget, de Chauvincourt, près Gisors, qui a bien voulu me donner les premières indications nécessaires à l'étude géologique de Neaufles, et m'a secondé dans mes recherches.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Fig. 1 à 21. *Lepidosteus Maximiliani*, Ag. sp.
1, 2, 2a. Écailles de la région des flancs.
3. Écaille de la ligne latérale, face interne; 3a. *Id.*, face externe.
4, 5. Écailles de la région ventrale.
6. Écaille de la région anale.
7. Écaille de la région ventrale, près de la tête.
8, 9. Écailles de la région dorsale moyenne.
10, 11. Inter-épineux.
12, 13, 14. Vertèbres.
15. Portion de mâchoire.
16, 17, 18, 19, 20. Plaques céphaliques.
21. Pièce médiane d'une branche latérale de l'os hyoïde.
Fig. 22, 23. Plaques de Crocodiles.
Fig. 24. Fémur d'un Rongeur indéterminé, face antérieure; 25. *Id.*, face postérieure.
Fig. 26, 27, 28, 29, 30. Plaques d'Émydes.

M. Hébert présente les observations suivantes :

Le poudingue à petits galets de silex noirs, bien arrondis, dont M. Vasseur a reconnu la position à Neaufles-Saint-Martin, près de Gisors, entre les couches correspondant aux Lignites du Soissonnais et les Sables de Cuise, représente évidemment le lit de petits galets que

j'ai signalé (1) au même niveau dans les environs de Reims et de Soissons. Il est à remarquer que les galets sont exactement les mêmes pour la couleur, comme pour les dimensions. C'est à ce poudingue, base des Sables de Cuise, qu'il faut rapporter les blocs épars de même nature que l'on rencontre çà et là sur les plateaux de la Normandie, notamment à Étretat, et non pas aux Poudingues de Nemours, qui sont plus anciens et dont jusqu'ici je n'ai pas vu de traces en Normandie.

M. Ch. Vélain présente l'analyse suivante d'un mémoire de M. le docteur Jules Crevaux :

Faux Blocs erratiques *de la* **Plata** ;
prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud,
par M. Jules **Crevaux** (Analyse).

Pl. VII.

Le sol de la république orientale de l'Uruguay est formé de plateaux ou de terrasses légèrement ondulés, traversés par des chaînes de montagnes peu élevées, étroites et rocheuses, qui se distinguent par leurs crêtes vives, tranchantes, et qui portent pour cette raison, dans le pays, le nom de *Cuchilla,* qui veut dire *Couperet.*

La chaîne principale, *Cuchilla grande,* court sensiblement du nord au sud et divise ce pays en deux bassins très-inégaux. Son versant oriental est remarquable par la multitude des cours d'eau qui y prennent leur source et viennent se déverser à l'embouchure du Rio-Uruguay. Son sol est formé d'un épais limon pampéen, rempli de cailloux roulés, qui repose sur des sables stratifiés et sur des roches anciennes. Ce limon bien connu forme de vastes plaines (Pampas) un peu ondulées, d'où émergent, en de nombreux points, des blocs de roches éruptives, arrondis et à surfaces polies. Ces blocs, souvent énormes, qui paraissent isolés et disséminés au milieu des Pampas, ont depuis longtemps attiré l'attention ; on leur avait attribué une origine glaciaire. D'Orbigny, dans son voyage en Amérique, les avait signalés, mais sans insister sur leur polissage singulier (2).

Agassiz, après avoir constaté sur les rives de l'Amazone des traces évidentes d'une époque glaciaire, avait déclaré que les effets du passage des glaces devaient être encore plus manifestes sur le Rio de la Plata,

(1) *Ann. des Sc. géol.*, t. IV, art. 4, p. 8.
(2) *Voyage dans l'Amérique méridionale, Géologie,* p. 24.

qui est plus rapproché du pôle ; aussi, quand, dans une relâche faite à Montevideo avec le *Hassler*, il eût vu ces blocs accumulés dans les environs du Cerro de Montevideo, il n'hésita pas à les considérer comme *erratiques*. Cette opinion, qui venait confirmer ce qu'en avait dit un ingénieur de la contrée, M. Carlos Honoré, dans un mémoire publié en 1872, fit foi dans tout le Nouveau Monde. Tout récemment, un médecin de la marine, M. le docteur Jules Crevaux, étant à bord du *Lamothe-Piquet*, eût l'occasion de parcourir cette région, et après avoir souvent exploré les plaines où se présentent ces accumulations singulières de blocs arrondis, il a été amené, par des observations attentives, à expliquer tout différemment l'usure et le polissage remarquables de ces roches. Il pense, en effet, que tous ces phénomènes ont été produits par les grands cours d'eau qui ont autrefois sillonné cette région, et que, loin d'avoir une origine erratique, tous ces blocs sont parfaitement en place et n'ont nullement été transportés.

Le mémoire que M. Jules Crevaux m'a chargé de présenter à ce sujet à la Société est très-détaillé ; il donne une description minutieuse de toutes les localités qui ont été explorées, et de nombreuses photographies prises par l'auteur viennent appuyer ces descriptions (1). Je demande la permission d'en extraire les parties les plus saillantes, en raison de l'intérêt que présente cette question.

A quinze kilomètres au nord de Montevideo, à *La Independencia*, sur les rives d'un petit ruisseau très-sinueux, assez profondément encaissé, s'élèvent des rochers immenses, qui, par leurs formes singulières, appellent l'attention du voyageur le plus indifférent (Pl. VII, fig. 1-3). Les uns sont assez régulièrement ovales, les autres sphériques ; tous ont leurs arêtes plus ou moins émoussées, et leurs dimensions varient de 4 à 400 mètres cubes. Il en est qui semblent isolés et paraissent avoir roulé à une assez grande distance. D'autres, bien qu'arrondis, n'ont certainement subi aucun déplacement ; ils adhèrent encore à la roche de fond. Plusieurs de ces blocs sont polis sur leurs faces latérales ; l'un d'eux, remarquable par sa forme ovalaire, présente même des traces d'un polissage parfait sur toute sa surface ; il repose sur une pierre quadrangulaire, comme un monument sur son socle (Pl. VII, fig. 3). C'est en apparence l'un des plus beaux blocs erratiques décrits ; en l'examinant toutefois attentivement, l'on voit qu'il n'est pas juxtaposé à la roche sur laquelle il repose, mais qu'il y adhère encore par plusieurs points et n'en paraît séparé que par suite d'une fissure incomplète ; le socle et le monument ont ainsi la même constitution :

(1) M. Crevaux a rapporté deux morceaux de ces blocs granitiques polis ; l'un d'eux est au Musée de Brest, l'autre à la Sorbonne.

tous deux sont faits d'une syénite des plus belles. Il devient dès lors évident que cette roche a dû être polie sur place. De plus, l'examen le plus minutieux ne laisse découvrir sur toutes les surfaces polies aucune apparence de stries. Il en est de même pour tous les autres blocs.

De *La Independancia* à *Las Piedras*, petit village situé à 5 kilomètres plus au nord, le terrain prend une physionomie tout à fait particulière. Des collines à pentes douces alternent avec des vallées peu profondes et donnent à tout ce pays l'aspect d'une mer fortement houleuse. A un kilomètre de *La Independancia*, ces collines ont une teinte rouge d'autant plus accusée qu'elles sont mieux éclairées ; elles sont, en effet, formées d'une roche granitique qui se désagrége facilement, en donnant un sol maigre dans lequel la végétation croît avec peine. Ces roches sont en outre creusées de sillons parallèles, et dans leur prolongement (Pl. VII, fig. 4 et 5), sur le versant d'une colline, on aperçoit, sur une longueur de 3 à 400 mètres, une grande accumulation de blocs disposés en traînées régulières. Tous sont encore arrondis et remarquablement polis et présentent de loin tous les caractères extérieurs d'une moraine. Toutefois, en étudiant ces blocs de près et avec un peu d'attention, on arrive à se convaincre que tous ils adhèrent encore à la roche de fond, et qu'ils ne sont en réalité que le résultat du fendillement et de l'érosion d'un pointement de granite à grains fins. Ils ne sont donc rien moins qu'erratiques. Quant aux sillons creusés dans ces collines et sur la présence desquels M. Honoré a vivement insisté dans son mémoire pour appuyer sa théorie glaciaire, ils occupent les deux flancs des collines, se correspondent dans leurs parties déclives et ne se voient jamais sur la crête ; ils forment ainsi des sortes de terrasses qui ressemblent à toutes celles creusées par les eaux dans les terrains friables.

Reste maintenant à expliquer le polissage des roches. Les Gauchos ne sont guère embarrassés. « Tenez, disait l'un d'eux à M. Crevaux, en lui montrant du doigt un bœuf qui se frottait de bon cœur contre le mieux poli de ces blocs, voilà la cause de ce qui paraît vous intriguer si fort. » Sans doute, les innombrables troupeaux qui paissent dans les Pampas, ont jusqu'à un certain point contribué au polissage de quelques-uns des blocs qui émergent dans les plaines ; mais, si cette explication peut être acceptée dans quelques cas particuliers, il n'est pas besoin de dire combien elle est insuffisante en général.

De petits cours d'eau coulent maintenant encore sur ces amas de rochers et se creusent, après une succession de chûtes et de petites cascades, un lit profond, taillé à pic dans l'argile pampéenne (Barranca). C'est dans ces berges qu'il est facile de voir chacun de ces prétendus blocs erratiques se continuer en profondeur avec la roche sur laquelle

il ne paraissait que reposer. De plus, dans le lit même des ruisseaux, on constate que toutes les roches sont comme creusées de sillons, de canaux parfaitement polis, au fond desquels coule parfois un mince filet d'eau. Ces sillons, tout à fait lisses, s'évasent pour aboutir à une sorte de petit bassin circulaire, de telle sorte que les rainures se terminent toutes, pour ainsi dire, en forme de cuillère. L'action des eaux est là des plus évidentes ; il est de ces rainures qui sont recouvertes en partie par des blocs éboulés et dans lesquelles l'eau glisse avec rapidité ; les surfaces supérieures de ces sortes de canaux sont aussi bien polies que les surfaces inférieures, et ce polissage ne peut assurément être attribué qu'au frottement continuel exercé par les eaux tenant des corps durs en suspension. Il serait impossible d'invoquer, pour l'expliquer, une action glaciaire quelconque. Les eaux de ces ruisseaux sont du reste toujours chargées de sables et de graviers, qui s'accumulent au fond des petits bassins dont nous venons de parler ; souvent elles sont torrentielles, et l'action érosive qu'elles exercent devient considérable.

En comparant le polissage qui se fait ainsi actuellement au fond des ruisseaux, à celui des roches qui se dressent sur leurs rives, on reconnaît que tous deux sont identiques et toujours exempts de ces stries qui sont si manifestes quand le même phénomène est produit par les glaces. Il devient donc bien naturel de les attribuer à la même cause.

M. Honoré, dans son mémoire, s'est encore appuyé sur la diversité des roches qui forment les traînées en question. On voit, en effet, côte à côte, des syénites et des granites ; mais, en examinant les coupes que donnent des exploitations faites au milieu de ces rochers, on remarque que les masses granitiques sont traversées dans tous les sens par de nombreux filons de syénite, de telle sorte que ces deux roches paraissent alterner l'une avec l'autre. L'enchevêtrement apparent des blocs de granite avec ceux de syénite s'explique dès lors tout naturellement.

Sur le cours du Miguelet, à une lieue de Montevideo, les mêmes faits peuvent s'observer. En ce point les rochers sont arrondis, sans être polis, et se présentent comme une accumulation de galets énormes, mais, comme toujours, ce ne sont que les sommets émoussés des roches de fond · il n'y a pas simple contiguité, mais bien continuité directe entre les roches superficielles et les roches profondes.

Enfin, au Cerro de Montevideo, et ce point est important à étudier, puisque c'est là qu'Agassiz dit avoir trouvé les traces d'une période glaciaire ancienne, on chercherait en vain les raisons qui ont pu motiver l'opinion du savant américain. On voit, en effet, quelques pointements d'une sorte d'eurite noire, compacte, dans le voisinage des bancs de co-

quilles marines *(Azara labiata)* exploités comme pierre à chaux ; mais l'action érosive des eaux sur ces roches est là encore des plus manifestes ; toutes les roches sont parfaitement en place ; les grès coquilliers calcaires qui les entourent sont remplis de petits galets quartzeux, au milieu desquels on en reconnaît d'autres provenant des roches qui émergent au-dessus des bancs.

En résumé, M. le docteur Crevaux déclare que dans toutes les localités qu'il a parcourues, les roches arrondies et polies se sont toujours présentées à lui sous le même aspect, c'est-à-dire *sans stries*, toujours identiques avec les roches de fond sur lesquelles elles reposent, n'en étant que rarement séparées par des fissures le plus souvent incomplètes, et que partout, l'action des glaces devant être écartée, leur usure, leur polissage, s'expliquent parfaitement par le frottement exercé par des eaux très-mouvementées, chargées de graviers et de sables, comme celles qu'on peut encore observer à *Las Piedras* (1).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

Fig. 1, 2 et 3. Rochers arrondis et polis de l'Independencia. Le bloc 3 est destiné à occuper le milieu d'une place publique comme monument attestant une période glaciaire dans le bassin de la Plata.

Fig. 4. Traînée de blocs granitiques polis aux environs de Las Piedras.

Fig. 5. Deux de ces blocs vus de près.

Fig. 6, 7 et 8. Rochers présentant des traces de polissage aux environs de la Florida, d'après des dessins de M. Honoré.

M. **Hébert** appelle l'attention de la Société sur la présence, qui vient d'être signalée, de dépôts marins caractérisés par l'*Azara erodona*, d'Orb., au-dessus des couches ossifères quaternaires de la Plata. Ces dépôts, situés à une assez grande distance des côtes, semblent indiquer l'intervention de la mer parmi les causes de la destruction de cette immense quantité d'animaux dont les squelettes entiers se rencontrent fréquemment enfouis dans le limon des Pampas. Des faits de ce genre doivent être notés avec soin, et il doit en être tenu compte lorsqu'on cherche à expliquer les phénomènes de la période quaternaire.

M. **Terquem** signale à Schirmeck, dans les Vosges, une colline haute de 50 mètres environ, composée de cailloux de granite polis et arrondis, le granite en masse se trouvant des deux côtés.

M. Gaudry fait la communication suivante :

(1) On trouve aux environs de Rio-de-Janeiro des blocs polis semblables à ceux de la Plata. D'accord avec M. Burmeister, M. Crevaux proteste contre l'opinion d'Agassiz, qui les considérait comme des vestiges d'une période glaciaire.

Sur quelques **Mammifères** *des* **Phosphorites** *du* **Quercy**, par M. Alb. **Gaudry**.

J'ai l'honneur d'offrir à la Société une note qui vient de paraître dans le *Journal de Zoologie* de M. Gervais et qui renferme la description de quelques pièces trouvées dans les phosphorites du Quercy. Ces pièces sont :

1° Fragment d'un humérus semblable à celui des Lémuriens; il fait partie de la belle collection de M. Ernest Javal. Il se rapporte pour la dimension à l'*Adapis Duvernoyi*. La découverte de cet os tend à faire penser que l'*Adapis* avait des membres de Lémuriens.

2° Des phalanges qui annoncent un Édenté plus ancien que les Édentés connus jusqu'à présent ; elles ont des rapports avec celles de l'*Ancylotherium* de Pikermi.

3° Une mâchoire d'un *Chalicotherium* également plus ancien que les *Chalicotherium* signalés jusqu'à ce jour.

4° Des mandibules du genre *Lophiomeryx* établi par M. Pomel; c'est un Ruminant dont les arrière-molaires inférieures marquent des tendances vers le type des Chevaux.

5° Une mâchoire d'un autre genre fort intéressant comme type intermédiaire, le *Tapirulus* de M. Gervais.

6° Des molaires d'un énorme *Lophiodon*, le *Lophiodon rhinocerodes (Lautricense)*.

A en juger par les espèces qui ont été signalées par MM. Gervais, Filhol, Delfortrie ou par moi, la formation des phosphorites du Quercy paraît s'être continuée pendant les époques représentées par les lignites éocènes de La Débruge, les calcaires de la Brie, les calcaires du Miocène inférieur de Ronzon, et peut-être même les couches de Saint-Gérand-le-Puy, dans l'Allier. A moins de supposer une longue durée, il est difficile de comprendre l'extrême variabilité et même l'instabilité des caractères spécifiques que présentent les animaux des phosphorites.

M. Toucas fait la communication suivante :

Note sur les Terrains **crétacés** *du* **Sud-Est** *de la* **France**, par M. A. **Toucas**.

Les terrains crétacés forment, dans le Sud-Est de la France, trois bassins principaux :

Bassin d'Uchaux,
Bassin du Beausset,
Bassin des Martigues.

Les diverses assises que nous y avons reconnues jusqu'à ce jour nous ont porté à adopter la classification suivante :

Sénonien.

1er sous-étage.	Les couches supérieures de la Craie blanche manquent.
2e sous-étage.	1re assise. Calcaires lacustres avec dépôts de lignite. 2e assise. Calcaires marneux de Villedieu.

Turonien.

1er sous-étage.	Calcaires à *Hippurites cornuvaccinum.*
2e sous-étage.	1re assise. Marnes sableuses et grès à *Ostrea proboscidea.* 2e assise. Calcaires marneux à *Micraster Matheroni.*
3e sous-étage.	1re assise. Calcaires à *Radiolites cornupastoris.* 2e assise. Zone de la Craie de Touraine. 3e assise. Craie marneuse à *Inoceramus labiatus, Ammonites nodosoïdes* et *Hemiaster Verneuili.*

Cénomanien.

1er sous-étage.	1re assise. Calcaires supérieurs à *Caprina adversa.* 2e assise. Zone à *Heterodiadema Lybicum* et marnes à Ostracées, avec dépôts de lignite. 3e assise. Calcaires inférieurs à *Caprina adversa.*
2e sous-étage.	1re assise. Zone à *Anorthopygus orbicularis.* 2e assise. Zone à faune de la Craie de Rouen.

Albien ou *Gault.*

Zone à *Belemnites minimus* et *Ammonites auritus.*

Néocomien.

1er sous-étage.	1re assise. Marnes à *Belemnites semicanaliculatus.* 2e assise. Calcaires marneux à *Ancyloceras Matheroni* et *Ammonites fissicostatus.*
2e sous-étage.	1re assise. Calcaires à *Toucasia Lonsdalei.* 2e assise. Calcaires à silex.
3e sous-étage.	1re assise. Calcaires marneux à *Echinospatangus Ricordeanus.* 2e assise. Calcaires marneux à *Echinospatangus cordiformis.* 3e assise. Calcaires à *Bélemnites plates.*

SÉNONIEN.

Jusqu'à ce jour les assises supérieures de la Craie blanche n'ont pas été signalées dans le Sud-Est de la France.

Calcaires lacustres.

Les couches supérieures du Sénonien de cette région commencent avec les calcaires lacustres à Cyclades et à *Melanopsis Gallo-provincialis* que nous avons décrits dans notre mémoire *sur les terrains crétacés*

des environs du Beausset (1). Ils se rencontrent dans le bassin des Martigues comme dans celui du Beausset. Les lignites de La Cadière, du Plan d'Aups et de Fuveau font partie de cette assise.

Nous mettons au même niveau le dépôt de lignites de Piolenc, quoiqu'il repose directement sur les calcaires à *Hippurites cornuvaccinum.*

Calcaires marneux de Villedieu.

Au-dessous des calcaires lacustres à Cyclades viennent les bancs à Cassiopées et à *Ostrea acutirostris,* également décrits dans notre mémoire. Les véritables calcaires marneux de Villedieu sont à la base du banc à *Ostrea acutirostris;* ils sont admirablement bien représentés dans les deux bassins du Beausset et des Martigues.

Dans le bassin d'Uchaux ils ne présentent que quelques dépôts isolés, que la dénudation a dû épargner. Ces gisements se trouvent dans le Gard, entre Saint-Nazaire et Bagnols, au-dessus des couches à *Sphærulites mammillaris.* Ils n'ont pas été signalés dans notre coupe de Saint-Pancrace à Bagnols. Ils renferment : *Turritella sexcincta,* Goldf., *Varigera* voisin du *V. Toucasiana,* d'Orb., *Actæonella n. sp., Cerithium Toucasi,* d'Orb., *Crassatella orbicularis,* Math., *Arcopagia numismalis,* Math., *Sphærulites Coquandi,* Bayle, *Caprotina n. sp., Ostrea Matheroniana,* d'Orb., var. *spinosa, Holectypus* voisin de l'*H. Turoniensis,* Desor, et une grande quantité de Ptérocères, Natices, *Venus,* Isocardes, Arches et Bryozoaires, ressemblant beaucoup aux espèces que l'on rencontre dans la Craie marneuse du Beausset et des Martigues.

TURONIEN.

1er sous-étage.

Calcaires à Hippurites cornuvaccinum.

Cette assise couronne l'étage turonien dans les trois bassins du Beausset, des Martigues et d'Uchaux. Nous n'avons rien à ajouter ou à modifier à sa description, si ce n'est que le *Sphærulites cylindraceus* se rencontre réellement, entre Roquebrune et Bagnols, au milieu des calcaires à *Sphærulites Sauvagesi* et *S. mammillaris.*

2e sous-étage.

Marnes sableuses et grès à Ostrea proboscidea.

Au-dessous de la zone à *Hippurites cornuvaccinum* de La Cadière et de Saint-Cyr, nous avons relevé les couches suivantes :

1° Marnes sableuses, avec nombreux Bryozoaires, jeunes *Ostrea proboscidea, Fusus* et *Cerithium* voisin du *C. peregrinorsum.* Épaisseur,

(1) *Mém. Soc. géol. France,* 2e sér., t. IX, n° IV.

25 mètres. Cette couche se voit bien au sud-est de Saint-Cyr sur les bords de la mer; elle est là en contact avec une masse de tuf quaternaire.

2° Calcaires marneux, très-peu fossilifères. Épaisseur, 30 mètres. A environ 500 mètres au sud des vestiges de Taurentum, ces calcaires marneux viennent buter contre les roches du Muschelkalk.

3° Banc de grès pétri de petits Bryozoaires, avec *Ostrea Caderensis*, jeunes *O. proboscidea*, *Pentacrinites* et nombreux radioles de *Cidaris*. Épaisseur, 3 mètres.

4° Grès grossier, avec grandes *Ostrea proboscidea*, *Trigonia spinosa*, *Cidaris subvesiculosa*, *C. pseudopistillum*, *Rhynchonella difformis*, *Leiosoma meridanense*. Épaisseur, 2 mètres.

Ces 60 mètres de grès à *Ostrea proboscidea* forment, comme on le voit, une assise toute particulière entre la zone à *Hippurites cornuvaccinum* et la zone à *Micraster Matheroni*.

Calcaires marneux et grès à Micraster Matheroni.

Nous avons décrit cette zone dans notre mémoire sur le bassin du Beausset; nous n'avons qu'à ajouter qu'elle se trouve également dans le bassin des Martigues, sous les calcaires à *Hippurites cornuvaccinum*.

Dans le bassin d'Uchaux, la partie supérieure des Grès de Mornas peut être considérée comme représentant la même zone et la précédente.

3e sous-étage.

Calcaires à Radiolites cornupastoris.

Cette assise existe également dans les trois bassins; dans celui d'Uchaux elle est représentée par la partie inférieure des Grès et sables de Mornas.

Zone de la Craie de Touraine.

Cette zone n'avait pas encore été signalée dans le Midi de la France. En 1874 (1), nous avons donné une coupe détaillée de la montagne de Caoumé, au nord du Révest, près Toulon, et dans les couches inférieures aux calcaires à *Radiolites cornupastoris*, nous avons cité quelques Échinodermes, en les accompagnant d'un point de doute. Depuis, grâce à la découverte de riches gisements de ces mêmes couches à l'est du Révest, au-dessus des sources de Dardennes, nous avons reconnu qu'elles renfermaient un bon nombre d'espèces caractéristiques de la Craie de la Touraine, particulièrement : *Nucleolites parallelus*, *Catopygus obtusus*, *Discoïdea infera*, *Rhynchonella Cuvieri*, radioles de *Cidaris*

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 457 ; séance du 15 juin 1874.

hirudo, C. Ligeriensis, C. pseudo-sceptrifera, avec quelques rares *Radiolites cornupastoris* tout à fait à la partie supérieure.

Nous n'avons pas encore pu nous assurer si cette assise existait également dans le bassin des Martigues.

Dans celui d'Uchaux, les grès à *Ammonites Requienianus* et *A. papalis* sont évidemment bien synchroniques de cette même assise.

Craie marneuse à Inoceramus labiatus, Ammonites nodosoïdes *et* Hemiaster Verneuili.

Cette zone est très-bien représentée dans les trois bassins; nous n'avons rien à ajouter à la description qui en a déjà été donnée.

CÉNOMANIEN.

1er sous-étage.

Calcaires supérieurs à Caprina adversa.

Cette assise se rencontre aux Martigues et dans les environs du Beausset, mais elle n'existe pas à La Bédoule, où la zone à *Hemiaster Verneuili* repose directement sur la zone à Ostracées.

Dans le bassin d'Uchaux, il n'y a que la partie supérieure des Grès de Mondragon qui paraisse en être le représentant.

Zone à Heterodiadema Lybicum *et marnes à Ostracées.*

Dans le bassin des Martigues, on trouve les Huîtres et les Échinides dans la même couche. Il n'en est pas de même dans le bassin du Beausset, où la zone à *Heterodiadema Lybicum* et les marnes à Ostracées présentent un grand développement, ainsi qu'on peut le voir dans la coupe suivante, prise à Turben, à dix kilomètres au nord-est du Beausset :

1° Calcaires compactes, à *Caprina adversa,* renfermant en outre : *Sphærulites Sharpei,* Bayle, *Toucasia Carentonensis,* Munier-Ch., et plusieurs Nérinées. Épaisseur, 10 mètres. Ces calcaires, qui couronnent les hauteurs de Turben et des Pigeourets, appartiennent à l'assise précédente. Au-dessous on voit, de haut en bas :

2° Calcaires légèrement marneux, à *Heterodiadema Lybicum,* renfermant aussi : *Hemiaster Orbignyanus,* Desor, *H. Toucasanus,* d'Orb., *Pseudodiadema Marticense,* Cott., *P. Roissyi,* Cott., *Venus Forgemolli,* Coq., des *Cardium* et des Nérinées, et présentant à la base une couche plus marneuse, qui contient, avec ces mêmes espèces : *Nautilus triangularis, Ceratites Vibrayeanus,* d'Orb., Ptérodontes et quelques rares *Ostrea columba.* Épaisseur, 8 mètres.

3° Calcaires marno-argileux, à Alvéolines et *Janira quinquecostata,* d'Orb., *J. Dutregei,* Coq., *Chaperia Toucasi,* Munier-Ch., *Strombus inornatus,* d'Orb., *Neritopsis,* rares *Ostrea columba, O. Trigeri,*

Coq., et *Arcopagia Cenomanensis*, d'Orb., à la base. Épaisseur, 1m50.

4° Banc de grès calcarifère, à *Ostrea columba*, *O. biauriculata*, *O. flabella* et *Arcopagia Cenomanensis*. Épaisseur, 2 mètres.

5° Marnes sableuses ferrugineuses, avec nombreuses Huîtres très-bien conservées, surtout les *Ostrea flabella* et *O. biauriculata*. Épaisseur, 3 mètres.

6° Banc de grès assez dur, avec les mêmes Huîtres. Épaisseur, 1 mètre.

7° Grès argileux feuilletés, renfermant des débris de végétaux et une grande quantité de coquilles fluviatiles, particulièrement des Cassiopées, des Cyrènes, des Corbules, des Cyclades, des Potamides et des Mélanies. Épaisseur, 2 mètres.

8° Marnes sableuses jaunâtres, à *Cyclolites spinosa*, de From., et *Cycloseris Provincialis*, de From. Épaisseur, 2 mètres.

9° Mêmes marnes plus ferrugineuses, sans fossiles. Épaisseur, 6 mètres.

Cette dernière couche repose directement sur le calcaire urgonien, de sorte que dans cette région du bassin du Beausset les assises moyennes et inférieures du Cénomanien manquent, ainsi que le Gault et l'Aptien.

La deuxième assise du premier sous-étage du Cénomanien, si bien représentée à Turben et à La Barralière, ne se montre qu'en partie à La Bédoule. Là, sous les marnes à *Hemiaster Verneuili*, le Cénomanien débute par la zone à Ostracées, de sorte que les calcaires supérieurs à *Caprina adversa* et la zone à *Heterodiadema Lybicum* manquent complétement : les 35 mètres des deux premières assises du Cénomanien n'y sont représentés que par une couche de 10 à 15 mètres de calcaires assez compactes, renfermant : *Ostrea columba*, *O. flabella*, *Strombus inornatus* et quelques Alvéolines.

Nous avons compris la zone à *Heterodiadema Lybicum* et les marnes à Ostracées dans une même assise, afin de ne pas trop augmenter les divisions, et surtout parce qu'aux Martigues ces deux zones se confondent.

Dans le bassin d'Uchaux, cette assise est très-bien représentée par les grès à Huîtres et à lignites de Mondragon.

Calcaires inférieurs à Caprina adversa.

La deuxième zone à *Caprina adversa* manque aux Martigues, où les marnes à Ostracées terminent le Cénomanien, comme à Turben et à La Barralière. Mais à La Bédoule elle atteint plus de 60 mètres d'épaisseur. Elle renferme les mêmes espèces que l'on trouve dans les calcaires supérieurs, mais elle se distingue de ceux-ci par son épaisseur beaucoup plus grande, par son calcaire généralement marneux et par

plusieurs lits de fossiles qui lui sont particuliers. Nous ne reviendrons pas ici sur la description que nous avons déjà donnée de cette assise. Elle est représentée dans le bassin d'Uchaux par les grès à Trigonies.

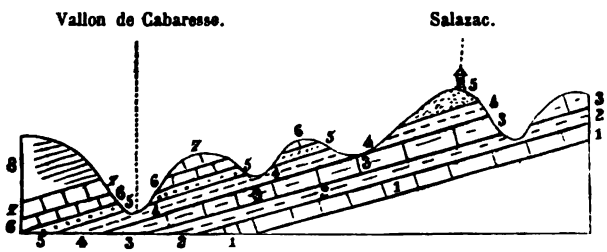
2e sous-étage.

Nous n'avons rien à ajouter ni à modifier dans la description de la zone à *Anorthopygus orbicularis* ni dans celle de la Craie de Rouen.

GAULT.

Notre coupe de Salazac à Saint-Pancrace (1) contient une erreur qu'il importe de rectifier : l'assise n° 5, qui supporte le village de Salazac et qui couronne la hauteur, appartient au Gault et non pas à l'Aptien. Les marnes à *Belemnites semicanaliculatus* inférieures à cette assise se montrent sur le versant est comme sur le versant ouest de la colline, pour plonger ensuite à l'est sous le Gault, qui consiste en plusieurs bancs de grès assez compactes, d'environ douze mètres d'épaisseur et contenant des fragments d'Échinides et des *Belemnites minimus*. A la partie supérieure, ces grès deviennent verdâtres et très-marneux et renferment les fossiles les plus caractéristiques du Gault.

Coupe des hauteurs de Salazac (Gard).



1. Calcaires urgoniens à *Toucasia Lonsdalei*.
2. Marnes et calcaires marneux à *Ostrea aquila* et *Echinospatangus Collegnoi*. Épaisseur, 10 mètres.
3. Calcaires marneux à *Ancyloceras Matheroni*, *A. gigas* et *Plicatula placunea*. Ép., 12 mètres.
4. Marnes à *Belemnites semicanaliculatus*. Ép., 15 mètres.
5. Grès, marneux seulement à la partie supérieure, renfermant dans les bancs compactes des fragments d'Échinides, d'Huîtres et de *Belemnites minimus*. Les couches marneuses contiennent un grand nombre d'Ammonites et de Turrilites caractéristiques du Gault. Ép., 12 mètres.
6, 7 et 8. Couches cénomaniennes.

NÉOCOMIEN.

La coupe précédente des hauteurs de Salazac montre, au-dessous du

(1) *Bull.*, 3e sér., t. II, p. 472, pl. XVII, fig. 2.

Gault, les mêmes assises aptiennes que celles de La Bédoule, reposant à leur tour sur l'Urgonien (calcaires à *Toucasia Lonsdalei)*.

Dans les environs de Clansayes, sur la rive gauche du Rhône, sous les couches du Gault, on retrouve les mêmes marnes et les mêmes calcaires marneux, avec leurs fossiles caractéristiques, et à Pierrelatte l'Aptien met à son tour à découvert le calcaire urgonien.

A l'est du Vaucluse, le mont Ventoux et le Léberon appartiennent également au terrain néocomien. Toutes les assises y sont bien représentées, depuis l'Aptien de Gargas jusqu'au Néocomien à *Bélemnites plates* de Gigondas.

Au sud du bassin d'Uchaux, au-delà d'Orange, sous les grès à *Ammonites Rhotomagensis*, on voit apparaître un lambeau de marnes aptiennes, bientôt recouvert par le Diluvium de la plaine. En s'avançant toujours vers le sud, les premières couches qui surgissent ensuite sont celles de Lampourdier, qui se continuent sur la rive gauche du Rhône par Châteauneuf, Sorgues, Védenes, Avignon et Mont-de-Vergues, et sur la rive droite par Roquemaure, Pujaut, Villeneuve-lès-Avignon et les Issards. Cette assise, qui longe ainsi le Rhône jusqu'à son confluent avec la Durance, appartient à la zone à *Echinospatangus Ricordeanus* du Néocomien inférieur ; elle est formée par un calcaire compacte, saccharoïde, très-peu fossilifère à sa partie supérieure.

Sa partie inférieure devient marneuse en certains endroits, particulièrement à Védenes et au château des Issards, où l'*Echinospatangus Ricordeanus* est assez commun ; nous y avons trouvé également : *Belemnites subfusiformis*, Blainv., *Ammonites difficilis ?*, d'Orb., *A. recticostatus ?*, d'Orb., *Nautilus Requienianus*, d'Orb., des Ancylocères et des Criocères de grande taille, *Botryopygus obovatus*, d'Orb.

Sur la rive gauche de la Durance, le Néocomien se continue par les calcaires de la Montagnette et de la grande chaîne des Alpines. Les couches supérieures, épaisses de plus de cent mètres, sont également formées par des bancs épais de calcaires compactes, avec rognons de silex.

Au-dessous, les couches deviennent très-marneuses et renferment de riches dépôts d'*Echinospatangus cordiformis*. En suivant la route de Saint-Rémy à Maussane, on traverse même la partie la plus fossilifère de l'assise. Indépendamment des Oursins qui s'y montrent à profusion, on trouve encore : *Ostrea Couloni, Janira atava, Corbis corrugata* et plusieurs Panopées et *Cardium*.

La puissance totale du calcaire marneux doit atteindre plus de 200 mètres.

Cette assise repose sur une couche de calcaire cristallin plus com-

pacte, que l'on peut voir au point même où la route de Maussane sort de la gorge pour traverser une vallée à peu près circulaire. Nous avons reconnu dans cette nouvelle couche, d'environ vingt mètres d'épaisseur, les espèces suivantes : *Belemnites dilatatus, B. latus, B. subfusiformis,* et quelques fragments d'Ammonites et d'Huîtres.

Une faille bien accentuée sépare ici la base du Néocomien d'un dépôt lacustre qui s'étend dans la plus grande partie de la vallée. Le village des Baux paraît à droite de la route, sur une hauteur formée par les couches de la mollasse marine, ayant à leur base le calcaire lacustre. Celui-ci, généralement très-marneux et très-ferrugineux, renferme des coquilles d'eau douce, telles que : *Lychnus,* Cyclostomes, *Pupa,* etc. Il forme, au milieu des calcaires néocomiens, un véritable lac, dont les couches ont leur inclinaison générale vers le centre de la vallée.

En quittant cette vallée, la route de Maussane traverse de nouveau une petite gorge, formée, comme le massif principal de la chaîne, par le calcaire marneux à *Echinospatangus cordiformis,* qui vient disparaître sous les bancs du bassin lacustre.

C'est par suite du soulèvement des assises néocomiennes que cette cassure a dû se produire, et la dépression qui en a été le résultat a formé la vallée des Baux.

A l'inspection des couches, on reconnaît facilement que le dépôt lacustre s'était déjà déposé lorsque la dislocation a eu lieu ; mais il n'en est pas de même pour la mollasse marine, qui se présente partout en couches presque horizontales.

Ces deux derniers terrains sont donc bien distincts l'un de l'autre, et l'intervalle de temps entre les deux formations a dû même être assez considérable.

Sur la rive droite du Rhône, le Néocomien se continue également jusqu'à Beaucaire ; les calcaires de cette localité renferment le *Belemnites subfusiformis* et l'*Ammonites Astierianus.*

Ces calcaires de Beaucaire forment avec ceux des Alpines la limite sud du grand bassin crétacé d'Uchaux. Ils sont très-inclinés vers le nord du bassin, et à l'est ils sont recouverts par les calcaires à *Toucasia Lonsdalei* d'Orgon et de Cavaillon.

Dans le sud du bassin d'Uchaux, le calcaire néocomien a dû être recouvert complétement par la Mollasse (zone de l'*Echinolampas scutiformis*), et une grande dénudation a remis ensuite à découvert la plus grande partie de ce calcaire. La Mollasse ne se voit plus que sur les points où elle n'a pu être enlevée, et en outre, partout où on la rencontre, sa partie supérieure est formée par un remaniement de cette même couche entraînée par les eaux et qui est venue se déposer

sur les bancs restés en place dans les dépressions du calcaire néocomien.

A la fin de l'époque néocomienne, une oscillation du sol a dû se produire dans cette région du Vaucluse, du Gard et des Bouches-du-Rhône; à la suite de cette oscillation, les couches déposées ont été émergées et ont, par conséquent, formé le continent pendant que les autres couches de la Craie se déposaient au centre du bassin d'Uchaux.

A la fin de l'époque éocène ou au commencement de l'époque miocène, une nouvelle oscillation du sol a dû avoir lieu dans cette même région, et elle a eu pour résultat d'immerger la plus grande partie des couches néocomiennes, qui furent alors recouvertes par les dépôts de la Mollasse.

La nature de ces dépôts n'est pas partout la même : quelquefois ce sont des argiles sableuses, des poudingues sans consistance ou des grès friables, et le plus souvent des bancs d'un calcaire assez solide, pétri de grains de quartz et de débris d'Échinides, de Bryozoaires et de *Pecten*.

On rencontre également la Mollasse au-dessus des diverses couches de la Craie, à Saint-Paul-trois-Châteaux, Piolenc, Apt, etc.

Il est donc évident que la majeure partie du Vaucluse et du Gard, ainsi qu'une grande partie des Bouches-du-Rhône, était immergée pendant l'époque miocène. Seules, les hauteurs du Ventoux et du Léberon devaient se dresser au-dessus de cette vaste mer ; elles devaient être le résultat d'une des deux oscillations du sol indiquées précédemment, et peut-être même de toutes les deux.

A la fin de l'époque miocène, pendant laquelle se déposa la Mollasse, une dernière oscillation du sol se produisit et eut pour effet d'émerger entièrement tout le terrain de la Mollasse.

La configuration générale du sol devait être alors à peu près ce qu'elle est aujourd'hui. Seulement de grandes dénudations eurent lieu immédiatement. Des cours d'eau très-considérables, descendant des Alpes et des Cévennes, vinrent se réunir au centre de cette région, et cette immense masse d'eau, animée d'une grande vitesse, entraîna sur son passage toutes les couches de la Mollasse qui ne pouvaient offrir de la résistance. Les calcaires néocomiens furent de nouveau mis à découvert, et il ne resta de dépôts de Mollasse que dans les dépressions méridionales ou dans les bas-fonds du calcaire néocomien, indice certain que le courant venait du nord, dans la direction même du Rhône actuel, qui, d'ailleurs, ne doit être maintenant qu'un diminutif du cours d'eau qui a dû produire cette immense dénudation.

M. Hébert fait la communication suivante :

Sur la position exacte de la zone à **Heterodiadema libycum**, par M. **Hébert**.

L'*Heterodiadema libycum* et l'*Hemiaster Orbignyanus* caractérisent, dans le Midi de la France et en Afrique, une zone dont il importe de bien fixer la position. J'avais reconnu en 1861, aux Martigues, que la couche où l'on rencontre ces espèces renfermait l'*Ostrea columba* et d'autres Huîtres, et était recouverte par des calcaires à *Caprina adversa*. Dès le commencement de 1864, M. Cotteau (1) enregistrait cette observation, confirmée bientôt lors de la réunion de la Société géologique à Marseille (2).

D'après le travail de M. Toucas, inséré dans les *Mémoires* de la Société (3), j'avais cru devoir détacher cette couche à *Heterodiadema libycum* des couches à Ostracées (4) et la mettre au-dessus.

Il résulte des nouvelles observations que M. Toucas vient d'exposer, qu'il en est au Beausset exactement comme aux Martigues : il faut donc confondre ces deux zones en une seule, et admettre dans ces deux localités la zone supérieure des calcaires à *Caprina adversa*, qui manque à La Bédoule, mais qui est si bien développée dans toute l'Aquitaine.

C'est en cela que consiste la rectification que j'ai annoncée (5).

La coupe des Martigues (Gueule d'Enfer) a été donnée très-exactement par M. Reynès, mais avec peu de détails ; il ne sera donc pas inutile de la reproduire d'une manière plus complète.

La voici telle que je l'ai relevée en octobre 1861, de haut en bas, sur le côté occidental du coteau, à partir de la grande route, et en me dirigeant du nord au sud.

Au-dessous des couches turoniennes à *Radiolites cornupastoris*, on rencontre successivement :

1° Grès feuilleté, jaune ou gris. 8m50

2° Calcaire argileux gris, noduleux, compacte à l'extérieur, renfermant :

Caprina adversa, c.,
Sphærulites foliaceus?, r. 4

(1) *Pal. fr., terr. crét.*, t. VII, p. 526.
(2) *Bull.*, 2e série, t. XXI, p. 473.
(3) 2e série, t. IX, n° IV, p. 35.
(4) *Bull.*, 3e série, t. II, p. 492.
(5) *Bull.*, 3e série, t. III. p. 196.

3° Grès jaune, noduleux et sableux :

Ostrea columba, cc. en haut,
— *flabellata*,
— *biauriculata*,
Hemiaster Orbignyanus, c.,
Pseudodiadema Marticense, Cott., r..
Heterodiadema libycum, r.,
Cidaris. 1 50

C'est à la partie inférieure de ce banc que les Oursins abondent le plus.

4° Sables jaunes, argileux. 1

5° Argile noire à *Belemnites semicanaliculatus* (Aptien).

M. Reynès cite en outre, dans le n° 2, l'*Ostrea carinata* et même les autres Huîtres du n° 3.

Cette série est supérieure à celle que j'ai décrite à La Bédoule (1), ou plutôt, les couches cénomaniennes les plus basses (n°s 4 et 3) de la Gueule d'Enfer correspondent aux couches cénomaniennes les plus élevées de La Bédoule (n° 25 et peut-être n° 24).

La différence que présente le Cénomanien dans deux localités aussi voisines que La Bédoule et Le Beausset mérite de fixer l'attention.

Cet étage est puissamment développé à La Bédoule : il n'y manque que l'assise la plus élevée. Au contraire, aux Martigues et, d'après les recherches de M. Toucas, au Beausset, celle-ci seule existerait ; de telle façon qu'une sorte de mouvement de bascule aurait fait émerger alternativement l'une ou l'autre de ces localités. J'ai déjà fait remarquer qu'il en était de même pour le Gault, si puissant à la Nerthe, complétement absent à La Bédoule, et représenté à Cassis uniquement par quelques espèces remaniées et empâtées dans les couches moyennes de l'étage cénomanien.

Les lacunes ici ne peuvent être contestées ; elles sont en même temps considérables. Le Gault qui, à la Nerthe, a une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, n'existe pas à La Bédoule. L'étage cénomanien a 130 mètres à La Bédoule (2), tandis qu'aux Martigues sa partie supérieure seule, sur une épaisseur de 6 mètres, peut être représentée ; le reste (124 mètres) manque complétement. Néanmoins, dans l'un comme dans l'autre cas, ces lacunes ne changent rien à la parfaite concordance des couches supérieures et des couches inférieures. Ces sortes de faits sont nombreux dans le Midi de la France et dans toute la région des Alpes.

(1) *Bull.*, 2e série. t. XXIX, p. 401.
(2) *Bull.*, 2e série. t. XXIX. p. 401.

M. Pellat demande si l'*Ostrea Leymeriei* se trouve dans les couches décrites par M. Toucas.

M. Hébert fait observer que les couches à *Ostrea Couloni* et à *Ostrea Leymeriei* font partie d'un même système et ne peuvent être séparées.

M. Delesse donne communication de la note suivante :

Note sur la roche connue vulgairement au **Brésil** *sous le nom de* **Canga,** *et sur le* **bassin d'eau douce** *de* **Fonseca** *(province de* **Minas Geraës),*

par M. H. **Gorceix.**

Dans plusieurs provinces du Brésil, on rencontre fréquemment une roche compacte, ferrugineuse, présentant quelquefois l'aspect d'une lave en partie altérée, telle qu'on en voit auprès des volcans, et ayant subi l'action continue des eaux.

D'Eschwege la considérait comme représentant, dans la province de Minas Geraës, le Roth-Todt-liegende; de Castelnau y voyait une roche éruptive.

D'après quelques observations faites par moi à Minas Geraës, cette roche, connue vulgairement sous le nom de *Canga*, n'est autre chose qu'un conglomérat de formation moderne, dont les éléments ont été empruntés presqu'entièrement aux *Itabirites*.

On la trouve en couches horizontales, constituant des dépôts disséminés sur le flanc et au pied des montagnes dont le sommet est formé par les Itabirites. Ces flots de terrain, peu propres à la végétation, ont été, en de nombreux points, le siége de lavages d'or; la roche renferme en effet tous les minéraux existant dans la formation des Itabirites. Manganésifère dans les points où celles-ci le sont, elle est employée comme minerai de fer dans une petite forge catalane près d'Ouro-Preto. Aurifère en beaucoup d'endroits, elle donne maintenant encore lieu à une exploitation d'or près de la ville d'Itabira-de-Matto-Dentro, sur le versant sud du pic du même nom. Là, en outre, existent des Itabirites où l'or se rencontre dans la variété arénacée, friable, connue sous le nom de *Jacutinga*. Ce gisement de *Canga* d'Itabira permet de se bien rendre compte de la formation de la roche.

A l'époque des pluies, les Itabirites sont ravinées par les eaux; des fragments plus ou moins volumineux sont entraînés, et dans la vallée se forme un conglomérat de moins en moins grossier à mesure qu'on s'éloigne de la base de la montagne. Des eaux ferrugineuses traversent

ces dépôts, apportant un ciment argileux qui fait passer le conglomérat à l'état de brèche, ou, quelquefois même, lorsque les fragments sont peu volumineux, donne naissance à une roche crevassée ressemblant à un tuf travertineux.

Les couches de *Canga* atteignent leur plus grand développement à l'est de la Serre de Carace, qui fait partie de la chaîne d'Espinhaço, séparant le bassin du San-Francisco de celui du Rio-Doce.

Elles débutent, au pied de cette Serre, par un conglomérat très-dur, à fragments volumineux, composé presqu'entièrement de fer oligiste, atteignant une épaisseur de 8 à 10 mètres, et reposant soit sur les talc-schistes, soit sur les gneiss. On suit ce conglomérat des villages d'Inficionade et d'Agoa-Quente à celui de Fonseca, distant d'environ 12 kilomètres. Près de ce dernier village, dans les bas-fonds où coulent les ruisseaux formant le Piricicava, tributaire de la rivière de Santa-Barbara, un des principaux affluents du Rio-Doce, on le voit superposé à des couches fossilifères qui ont permis d'en déterminer l'âge.

Quelques fouilles, faites pour l'exploitation du lignite, ont mis à découvert les couches suivantes, en allant de haut en bas :

1° Conglomérat ferrugineux ou *Canga*.

2° Couches schisteuses, auxquelles succèdent des sables quartzeux passant à des grès très-friables, avec argile blanche. Les éléments de cette formation, dont la puissance est de 22 mètres, ont été empruntés aux gneiss.

3° Schistes bitumineux et lits de sable avec minces couches de lignite ; 4 mètres.

Les schistes renferment de nombreuses empreintes de feuilles bien conservées et n'ayant subi aucune trituration. Ces feuilles appartiennent presque toutes à la sous-famille des Cisalpiniées ; les Mimosées et les Mélastomées ne sont représentées que par quelques échantillons. Grâce aux indications du savant botaniste Glaziou, j'ai pu reconnaître le *Schizolobium excelsum* (très-fréquent), la *Mimosa calodendron*, le *Miconia ligustroïdes*. Ces végétaux sont ceux qu'on rencontre encore le plus fréquemment dans cette région, et je dois en outre ajouter que l'aspect général de tous les échantillons recueillis rappelle entièrement la flore actuelle ; aucune plante ne vivant plus de nos jours n'y a été rencontrée.

A ces plantes viennent s'ajouter quelques empreintes de poissons, qui permettent d'espérer que de nouvelles recherches pourront donner des indications sur la faune des eaux de ce bassin.

4° Aux couches schisteuses succèdent des gneiss altérés en partie et traversés par des filons de pegmatite.

Ces formations se retrouvent dans les ravins autour du point étudié,

et se rattachent peut-être à celles des bords du Rio-Doce où des gisements de lignite ont été signalés.

La coupe que je viens de donner montre la superposition de la *Canga* à des couches horizontales formées à une époque où la flore était identique avec celle qui caractérise de nos jours cette région, époque qui ne peut pas dépasser la période quaternaire; elle confirme donc bien mes premières observations sur l'âge moderne et le mode de formation de cette roche. En outre, l'étude de ces dépôts peut donner des renseignements sur les changements qui ont eu lieu dans l'hydrographie de cette région.

Le bon état de conservation des feuilles, même dans leurs détails les plus délicats, éloigne l'hypothèse de leur transport dans des eaux torrentielles. Tout semble indiquer que ce bassin était occupé par un lac où les feuilles tombant naturellement ou transportées par des eaux tranquilles et recouvertes ensuite par de l'argile, ont donné lieu aux petites couches de lignite.

A cette période de calme a succédé une époque où des torrents, descendant de la Serre d'Espinhaço, ont d'abord raviné le gneiss, puis atteint une puissance assez grande pour entraîner au loin des fragments d'Itabirite, roche qui n'est plus représentée dans ce bassin que par des lambeaux peu considérables. Ce conglomérat a été ensuite cimenté et a passé à l'état de *Canga*.

C'est à ce moment que le lac de Fonseca a brisé la digue qui le retenait, et que le Piricicava a pris son lit actuel.

Le plateau central de Minas Geraës présente de nombreux indices de ces phénomènes modernes d'érosion. Ils ont pu se succéder à des époques différentes et donner lieu à des dépôts de nature diverse, auxquels je rapporte les Cascalhos diamantifères qu'on a quelquefois confondus avec de véritables grès. Leur étude présente donc un intérêt considérable pour arriver à la détermination exacte du gisement primitif du diamant, qui, jusqu'à présent au Brésil, n'a été trouvé que dans des terrains de transport.

Séance du 20 *mars* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Javal (Ernest), Administrateur de la Société des phosphates du Midi, rue de Téhéran, 13, à Paris, présenté par MM. Alf. Caillaux et Edm. Pellat.

M. G. Dollfus lit l'analyse suivante :

Sur la constitution **géologique** *de la partie méridionale du gouvernement de* **Nijni-Novgorod,**

par M. **de Mœller.**

(*Analysé par* M. G. Dollfus).

La Société géologique a reçu pour sa bibliothèque un ouvrage de M. V. de Möller intitulé : « *Esquisse géologique de la partie méridionale du gouvernement de Nijni-Novgorod.* » Nous avons pensé qu'un résumé du travail de notre collègue présenterait quelque intérêt, et, avec l'aide de M. L. Léger, professeur de Langues slaves à l'École des Langues orientales vivantes, qui a bien voulu nous prêter son amical concours, nous allons en présenter une traduction analytique succincte.

Dans son travail, qui est accompagné d'une carte géologique, M. de Möller décrit en détail chacun des cercles qui composent le Sud du gouvernement qu'il étudie, et dans un chapitre final il dresse le résumé de ses études; c'est surtout à cette partie que nous empruntons les renseignements qui vont suivre.

1. Le terrain carbonifère est la formation la plus ancienne visible dans la région; il forme une bande est-ouest, passant par Jaevskii, Mayadevo, Tchoumilovo, Pourdeiaki. Il est surmonté au nord par le Permien, au sud par le Jurassique. Couvert dans presque toute son étendue par un épais Diluvium à minerais de fer, il forme d'immenses plateaux recouverts de forêts.

Dans les versants des vallées qui présentent des coupes, on peut observer deux zones distinctes : à la base, un calcaire siliceux pauvre en fossiles, avec silex noduleux cornés; au sommet, un calcaire jaune clair ou blanc, dur, qui renferme, en certains points, des lits plus tendres à Fusulines.

Les fossiles principaux, qui indiquent le Calcaire carbonifère supérieur, sont :

Fusulina cylindrica, Fisch.,
Productus semireticulatus, Mart.,
— *longispinus*, Sow.,
Streptorrhynchus crenistria, Phill.,
Spirifer trigonalis, Mart.

2. Le Permien forme également une bande est-ouest, mais s'élargit un peu au nord-ouest; il s'étend au sud des villes d'Ardator et de Loukoïanov. Recouvrant le calcaire à Fusulines, il est surmonté par le Trias.

Ce terrain peut être divisé en deux zones, toutes deux marines, comme M. de Möller l'a démontré précédemment, à faunes distinctes. L'espèce la plus commune est *Strophalosia horrescens*, de Vern.

A la base, ce sont des calcaires blancs ou jaune clair, avec :

Callophyllum profundum, Goldf. sp.,
Athyris pectinifera, Sow.,
Terebratula elongata, Schloth.,
Pecten sericeus, de Vern.,
Schizodus truncatus, King,
Murchisonia subangulata, de Vern.,
Pleurotomaria Tunstallensis, King.

Au sommet, le Permien se compose d'un calcaire blanc, dolomitique, avec gypse et anhydrite en amas. On y rencontre :

Productus Cancrini, de Vern.,
Spirifer Schrenkii, de Keys.,
Athyris pectinifera, Sow.,
Terebratula elongata, Schloth.,
Hinnites speluncaria, Schloth. (*Ostrea matercula*, de Vern.),
Arca Kingiana, de Vern.,
Gervillia antiqua, de Vern.,
Schizodus truncatus, King (*S. Rossicus*, de Vern.),
Murchisonia subangulata, de Vern.,
Natica minima, Bronn.

3. Le Trias, qui s'étend très-largement vers le nord du gouvernement de Nijni-Novgorod, dont il occupe la plus grande partie, se rencontre au sud vers Ardator, Arzamas et Loukoïanov.

Il se compose, comme l'ont indiqué MM. Murchison et de Verneuil, et comme l'a si bien décrit Barbot de Marny, de grès et de marnes irisées, sans fossiles, car il est impossible de signaler d'autres traces que des pointes de végétaux indéterminables dans le grès de la base.

Le Trias repose sur le Permien; il est surmonté par le Jurassique.

4. Le terrain jurassique est confiné dans la région sud-est, vers Loukoïanov, Akhmatowo, Patchpseki. Il est en stratification discordante avec le calcaire à Fusulines, et repose également sur le Permien et sur le Trias.

C'est un calcaire oolithique clair, avec grès ferrugineux et conglomérats. On y rencontre une faune nombreuse, qui peut être rapportée à l'étage oxfordien-callovien. Nous citerons :

Ostrea dilatata, Sow.,
Trigonia costata, Park.,
Panopæa peregrina, d'Orb.,
Belemnites Panderianus, d'Orb.,
Ammonites Goverianus, Sow.,
— *coronatus*, Brug.,
— *modiolaris*, Sow.,
— *Jason*, Rein.,

Ammonites biplex, Sow.,	*Ammonites Mariæ*, d'Orb. (*A. Leachii*. d'Orb.),
— *decipiens*, Sow.,	— *funiferus*, Phill. (*A. Chamusseti*, d'Orb.).
— *perarmatus*, Sow.,	
— *cordatus*, Sow.,	

Un très-grand nombre d'espèces sont spéciales et un certain nombre sont nouvelles.

5. En dehors de ces quatre terrains il n'y a que les formations diluviennes et alluviennes.

Le Diluvium occupe tous les points, même les plus élevés. Il est formé de matières très-variées, d'argiles ou glaises sableuses jaunes, ou d'un sable rougeâtre passant au grès; il contient des galets et des fossiles roulés (surtout jurassiques), et plus rarement des ossements d'Élan (*Cervus alces*, L.). Les argiles bariolées et leurs sables renferment enfin de véritables couches de nodules ferrugineux, avec silex, qui sont des minerais de fer très-importants. L'épaisseur du Diluvium varie de 2 à 8 mètres, et sa présence rend l'observation géologique du sous-sol très-difficile.

Les Alluvions, qui occupent seulement les parties moyennes et basses des vallées, forment des atterrissements importants; elles varient, suivant les points, de nature minéralogique et d'épaisseur. On y a découvert des haches en silex préhistoriques.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Terrasses *de 12 à 17 mètres et de 20 à 29 mètres, leur* **origine** *et leur* **âge**,

par M. **Tardy**.

Lorsque, par un temps pluvieux comme celui que nous subissons depuis quelques mois, on observe le régime des cours d'eau, on ne tarde pas à reconnaître que, tant que la pluie tombe en abondance, les ruisseaux chargés de matières meubles arrachées au sol ne déposent qu'une faible quantité de ces matières, excepté à leur débouché dans de plus vastes cours d'eau; néanmoins ces derniers restent encore très-chargés de limon. Peu après que les pluies ont cessé, les premiers cours d'eau cessent d'apporter des matières limoneuses; c'est alors que les eaux du cours d'eau principal, laissant tomber les derniers limons en suspension, se clarifient un peu. A ce moment, le dépôt de la crue est achevé et forme, s'il s'est produit sur la rive, ou s'il a été très-abondant, une plaine dont la surface, légèrement inclinée vers la rivière, est recouverte d'une mince nappe liquide. Cette plaine

à fleur d'eau, qui se découvrira dès que les eaux baisseront, constitue une *terrasse* de la rivière.

Par sa situation, par sa hauteur relativement au cours d'eau, elle nous permet de juger des proportions minima de la crue, de sa hauteur, de son extension, etc.

Par l'étude des objets que la dernière couche de limon a recouverts, on pourra deviner quels étaient les hommes et les animaux qui vivaient à l'époque de cette dernière inondation, et en conclure peut-être l'âge relatif de ceux-ci et de la terrasse. Ce que je viens de dire des terrasses formées de nos jours, sous nos yeux, le long de nos rivières, est évidemment applicable aux anciennes terrasses.

Ces anciennes terrasses des anciennes rivières doivent donc nous indiquer le niveau minimum des crues de ces rivières pendant une période limitée, mais cependant d'une certaine durée relative.

En effet, à notre époque le régime climatérique d'une région change peu, ainsi que les observations faites depuis un certain nombre d'années l'indiquent suffisamment pour notre pays. Les crues des rivières, dues aux excès de pluie du régime climatérique, se tiennent en général dans des limites assez restreintes ; en effet, en compulsant différents documents, je trouve les hauteurs suivantes de la Saône à diverses époques de très-grandes crues et au même lieu :

En 1602	elle	atteignit	6m20c	
» 1640	»	»	6	55
» 1711	»	»	6	85
» 1799	»	»	6	65
» 1825	»	»	6	47
» 1840	»	»	7	47
» 1856	»	»	6	80
» 1876	»	»	6	70

Puisqu'il y a ainsi quelque régularité dans les très-hautes crues, à plus forte raison doit-il exister une certaine régularité dans les crues annuelles qui produisent les terrasses. Celles-ci pourront ainsi, à cause de cette régularité, donner quelques indications sur le niveau général des inondations qui les ont formées.

Parmi les diverses terrasses des rivières, il en est une dont la surface se trouve de 12 à 17 mètres au-dessus des rivières actuelles .Elle est très-bien connue d'un grand nombre de géologues ; elle a été indiquée et étudiée sur les bords de la Seine par M. Belgrand, qui lui a donné le nom de *Bas-Niveau*.

Cette terrasse, de 12 à 17 mètres d'élévation au-dessus de l'étiage des

rivières actuelles, se retrouve dans toutes les grandes vallées au même niveau environ. Cela n'a rien qui doive étonner, car, quand on compare, vers une même époque, divers bassins d'une étendue à peu près équivalente, on trouve que leurs crues, qui coïncident à quelques jours près, s'élèvent presque aux mêmes hauteurs. Ainsi, par exemple, nous trouvons, à la date du milieu de mars 1876 : la Seine à 6 mètres 10 centimètres, le 15 mars, au pont de la Tournelle, à Paris ; l'Oise, près de Compiègne, à 5 mètres 35 centimètres; la Marne, au pertuis de Damery, à 4 mètres 25 centimètres; enfin, la Saône à 6 mètres 15 centimètres au pont de Mâcon. En outre, les différences entre les diverses cotes d'une rivière s'atténuent lorsque la crue devient très-forte; et il doit en être de même entre les diverses rivières et les divers bassins.

Les dernières assises de la terrasse de 12 à 17 mètres au-dessus des rivières actuelles, renferment généralement les divers témoins de la dernière époque du Renne, avec quelques rares débris du Mammouth ; c'est l'époque dite de La Madeleine. C'est aussi à cette époque qu'on rapporte les foyers d'un très-grand nombre de grottes situées, au bord des rivières, à 16 mètres environ au-dessus de leur niveau actuel. Ces foyers étant souvent séparés par des lits de limon, on peut supposer, avec quelque raison, que les crues ordinaires des rivières de cette époque s'élevaient généralement à 12 mètres au-dessus de l'étiage actuel de nos rivières, mais qu'elles ne dépassaient 16 mètres que dans les plus grandes crues. On pourrait donc, de ces indications, essayer de déduire approximativement le régime climatérique de l'époque de La Madeleine. On peut aussi en conclure, *à priori*, que, lorsqu'une station humaine n'est qu'à 16 mètres au-dessus de la rivière actuelle voisine, cette station doit être probablement de cette même époque de La Madeleine.

Partant de cette première conclusion et l'appliquant à une grotte-abri découverte l'été dernier auprès de la rivière d'Ain, en amont de Neuville-sur-Ain, canton du Pont-d'Ain, par M. Moyret, membre du Conseil général de l'Ain, j'ai essayé, avant toute détermination de fossiles, d'en fixer l'âge approximatif. Cette grotte-abri étant située à 22 mètres au-dessus du niveau de la rivière d'Ain, j'en ai conclu qu'elle devait être de l'époque des grands Pachydermes, parce que les débris de ces animaux se trouvent en assez grande abondance dans les terrasses de 20 à 29 mètres au-dessus des rivières actuelles.

Cette conclusion *à priori* ayant été vérifiée par la découverte que j'ai faite, à la surface de la station, d'un fragment de côte de Rhinocéros ou d'Éléphant bien caractérisé, je n'hésite pas à la publier.

La terrasse de 20 à 29 mètres dont je viens de parler, peut se suivre le long du Rhône et du Léman jusqu'à Villeneuve. Sur toute

cette étendue, elle renferme toujours la faune du Mammouth. En amont de Villeneuve, on ne trouve plus, m'ont dit des géologues suisses, de traces de cette terrasse ni de sa faune. On doit sans doute en conclure que les glaciers de l'âge de cette terrasse occupaient tout le Valais et avaient leurs moraines frontales à Villeneuve et au Bouveret, où, du reste, on retrouve de puissants amoncellements de dépôts erratiques à cailloux anguleux et souvent polis et striés.

L'étude de cette terrasse de 20 à 29 mètres au-dessus de l'étiage des rivières actuelles, nous permet donc de rapprocher des témoins épars d'une même époque, et d'essayer de synchroniser ainsi les moraines terminales de Villeneuve et les terrasses de ce niveau.

M. Fischer fait la communication suivante :

Sur les **Coquilles récentes** *et* **fossiles** *trouvées dans les* **Cavernes** *du* **Midi** *de la* **France** *et de la* **Ligurie**, par M. P. **Fischer**.

Par suite de circonstances particulières, j'ai eu l'occasion d'examiner un très-grand nombre de coquilles récentes ou fossiles accumulées dans diverses grottes du Midi de la France. Ainsi M. L. Lartet m'a communiqué les coquilles de La Madeleine et de Cro-Magnon (1); M. Brun, celles de Bruniquel; M. Massénat et M. de Mortillet m'ont soumis les espèces provenant de Laugerie-Basse (2); M. Piette m'a envoyé le résultat de ses fouilles à Gourdan (3); enfin M. Rivière m'a demandé de déterminer les coquilles des grottes de Grimaldi, près Menton (4).

J'ai pensé qu'il était utile de grouper ces faits pour en tirer quelques remarques générales au sujet de l'emploi des coquilles par les Troglodytes de cette période préhistorique.

1° GROTTE DE LA MADELEINE (Dordogne).

Pectunculus glycimeris, Linné,

Arca Breislaki, Basterot,

Cypræa sanguinolenta, Dujardin.

Le *Pectunculus glycimeris* vit sur les côtes de l'Aquitaine et du Poi-

(1) *Reliquiæ aquitanicæ*, p. 70.

(2) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 15 avril 1872.

(3) *Sur la grotte de Gourdan, près Montréjeau. Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, t. VIII, p. 410; 1873.

(4) *Découverte d'un squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes de Baoussé-Roussé, dites grottes de Menton* ; 1875.

tou, mais on en trouve des valves dans les faluns de la Touraine (1). L'*Arca Breislaki* est un fossile des faluns de Pont-Levoy et Manthelan en Touraine, et des sables de Saint-Paul près Dax. Le *Cypræa sanguinolenta* est une des coquilles les plus répandues dans les faluns de la Touraine.

2° GROTTE DE CRO-MAGNON (Dordogne).

Fusus Jeffreysianus, Fischer,
Purpura lapillus, Linné,
Littorina littorea, Linné,
Turritella communis, Risso.

Ces quatre espèces sont actuelles ; elles abondent dans les laisses des rivages de l'Aquitaine et du Poitou. La plus commune est le *Littorina littorea*, qui a dû former les éléments soit d'un collier pour l'ornement, soit d'un chapelet monétaire.

La grotte de Cro-Magnon est la seule où l'on n'a pas trouvé de coquilles fossiles.

3° GROTTE DE LAUGERIE-BASSE (Dordogne).

Coquilles fossiles : *Arca Turonica*, Dujardin,
Pecten benedictus, Lamarck,
Cardita ind.,
Cypræa affinis, Dujardin,
Cerithium bidentatum, Grateloup,
— *papaveraceum*, Basterot,
— *minutum*, M. de Serres,
Paludina lenta, Sowerby.

Coquilles vivantes : *Pectunculus glycimeris*, Linné,
Ostrea edulis, Linné,
Nassa gibbosula, Linné,
Cassis saburon, Bruguière,
Purpura lapillus, Linné,
Fusus Jeffreysianus, Fischer,
Cypræa europæa, Montagu,
— *pyrum*, Linné,
— *lurida*, Linné,
Nassa reticulata, Linné,

(1) C'est une des coquilles les plus répandues dans les cavernes ; elle est citée à Bize (Gervais), dans les grottes de la vallée du Gave d'Oléron (L. Lartet), etc. Sur les rivages océaniques elle est presque toujours roulée, et l'usure du sommet produit un trou qui la rend propre à être traversée par un lien et suspendue comme ornement.

Chenopus pes-pelicani, Linné,
Turritella communis, Risso,
Littorina littorea, Linné,
— *obtusata*, Chemnitz,
Patella vulgata, Linné,
Dentalium Tarentinum, Lamarck.

Les coquilles fossiles de Laugerie-Basse sont presque toutes miocènes; les unes proviennent des falunsde la Touraine : *Arca Turonica*, *Cypræa affinis*, *Cerithium bidentatum*, *C. papaveraceum*, etc.; les autres des faluns de l'Anjou : *Pecten benedictus ;* le *Paludina lenta* est semblable aux individus provenant de l'île de Wight (1).

Les coquilles vivantes appartiennent en majorité à la faune marine actuelle de l'Aquitaine et du Poitou. Trois espèces cependant sont méditerranéennes : *Cypræa pyrum*, *C. lurida* et *Nassa gibbosula*.

4° GROTTE DE BRUNIQUEL (Tarn-et-Garonne).

Pecten benedictus, Lamarck,
Nassa mutabilis, Linné.

Je rapporte à la première de ces deux espèces un fragment de valve supérieure. Le *Nassa mutabilis* est percé; sa taille est celle des fossiles subapennins, dont les dimensions sont supérieures à celles des individus qui vivent actuellement dans la Méditerranée. Il est probable que ces coquilles de Bruniquel ont été prises dans les sables pliocènes du Roussillon.

5° GROTTE DE GOURDAN (Haute-Garonne).

Coquilles fossiles : Pecten benedictus, Lamarck,
— *multistriatus*, Poli,
Arca cardiiformis, Basterot,
Cypræa subannulus, d'Orbigny,
Natica angustata, Grateloup,
Turritella vermicularis, Brocchi.
Coquilles vivantes : Pectunculus glycimeris, Linné,
— *violacescens*, Lamarck,
Pecten maximus, Linné,
Cardium Norvegicum, Spengler,
— *edule*, Linné,
Triton nodiferum, Lamarck,

(1) On pourrait en conclure qu'à cette époque la navigation existait. Comment expliquer autrement la présence d'une coquille de la Grande-Bretagne en Périgord?

Cypræa europæa, Montagu,
Cassis saburon, Bruguière,
Ranella gigantea, Lamarck,
Nassa reticulata, Linné,
Fusus Jeffreysianus, Fischer,
Littorina littorea, Linné,
Dentalium Tarentinum, Lamarck.

Ces coquilles fossiles de la grotte de Gourdan ont des origines diverses : quelques-unes proviennent du Miocène inférieur des Landes, de Gaas par exemple : *Natica angustata ;* d'autres des sables du Miocène moyen de Dax : *Cypræa subannulus, Arca cardiiformis ;* d'autres du Pliocène de Perpignan : *Pecten benedictus, P. multistriatus, Turritella vermicularis,* ou des faluns supérieurs de l'Anjou.

Quant aux coquilles actuelles, elles se répartissent ainsi :

Espèces océaniques ou très-rares dans la Méditerranée : *Littorina littorea, Fusus Jeffreysianus, Cardium Norvegicum, Pecten maximus.*

Espèces qui vivent dans l'Océan et la Méditerranée : *Pectunculus glycimeris, Cardium edule, Triton nodiferum, Cypræa europæa, Cassis saburon, Ranella gigantea, Nassa reticulata, Dentalium Tarentinum.*

Espèce méditerranéenne : *Pectunculus violacescens.*

L'ensemble des coquilles actuelles indique que les Troglodytes de Gourdan avaient beaucoup plus de relations avec les habitants du littoral océanique qu'avec ceux de la Méditerranée.

6° GROTTES DE GRIMALDI (province de Porto-Maurizio).

Coquilles fossiles :	Gault.	*Ammonites Lyelli*, Leymerie.
—	Craie.	*Rhynchonella....*
—	Nummulitique.	*Nummulites perforata*, d'Orbigny,
		Cerithium cornu-copiæ, Sowerby.
—	Pliocène.	*Pecten benedictus*, Lamarck,
		— *scabrellus*, Lamarck,
		Pleurotoma undatiruga, Bivona,
		Nassa prismatica, Brocchi,
		— *mutabilis*, Linné,
		Terebra fuscata, Brocchi,
		Turritella Archimedis, Brongniart.
—	Quaternaire.	*Cyclostoma sulcatum*, Draparnaud,
		Pupa similis, Bruguière,
		Rumina decollata, Linné,
		Buliminus quadridens, Muller,

Helix aspersa, Muller,
— *cespitum*, Muller,
— *conspurcata*, Draparnaud,
— *Niciensis*, Férussac,
— *vermiculata*, Muller,
— *nemoralis*, Linné,
— *elegans*, Gmelin,
Leucochroa candidissima, Draparnaud,
Zonites Leopoldianus, Charpentier,
— *spelæus*, Issel.

Coquilles vivantes : Océan. *Pecten maximus*, Linné,
Cassis saburon, Bruguière,
Buccinum undatum, Linné,
Purpura lapillus, Linné,
Littorina littorea, Linné,
— *rudis*, Maton.

— Méditerranée. *Lutraria elliptica*, Lamarck,
Venus gallina, Linné,
Tapes aureus, Linné,
— *decussatus*, Linné,
Lucina lactea, Linné,
— *borealis*, Linné,
Arca diluvii, Lamarck,
— *lactea*, Linné,
Pectunculus glycimeris, Linné,
— *violacescens*, Lamarck,
Cardium edule, Linné,
— *tuberculatum*, Linné,
— *echinatum*, Linné,
— *aculeatum*, Linné,
— *exiguum*, Gmelin,
— *oblongum*, Chemnitz,
Cardita calyculata, Linné,
Pecten multistriatus, Poli,
— *varius*, Linné,
— *jacobæus*, Linné,
Spondylus gœderopus, Linné,
Mytilus edulis, Linné,
Ostrea edulis, Linné,
Cancellaria cancellata, Linné,
Cassidaria echinophora, Linné,
— *Tyrrhena*, Chemnitz,

Cassis sulcosa, Bruguière,
Chenopus pes-pelicani, Linné,
Columbella rustica, Linné,
Conus mediterraneus, Bruguière,
Cypræa europæa, Montagu,
— *pyrum*, Gmelin,
— *spurca*, Linné,
Murex aciculatus, Lamarck,
— *cristatus*, Brocchi,
— *erinaceus*, Linné,
— *trunculus*, Linné,
— *Edwardsi*, Payraudeau,
Nassa variabilis, Philippi,
— *gibbosula*, Linné,
— *incrassata*, Muller,
— *neritea*, Linné,
— *reticulata*, Linné,
— *corniculum*, Olivi,
Triton nodiferum, Lamarck,
Fusus corneus, Linné,
— *rostratus*, Olivi,
Turbo rugosus, Linné,
Trochus divaricatus, Linné,
— *Richardi*, Payraudeau,
— *mutabilis*, Philippi,
— *Fermoni*, Payraudeau,
— *turbinatus*, Born,
— *striatus*, Linné,
— *zizyphinus*, Linné,
— *Adansoni*, Payraudeau,
Clanculus Jussieui, Payraudeau,
— *corallinus*, Gmelin,
Haliotis lamellosa, Lamarck,
Turritella communis, Risso,
Scalaria communis, Lamarck,
— *Turtonæ*, Turton,
Cerithium scabrum, Olivi,
— *vulgatum*, Bruguière,
— *fuscatum*, Costa,
Natica millepunctata, Lamarck,
— *monilifera*, Lamarck,
— *Josephinæ*, Risso,

Natica Alderi, Forbes,
Patella Tarentina, Lamarck,
— *ferruginea*, Gmelin,
— *Lusitanica*, Gmelin,
Dentalium dentalis, Linné.

Comme on le voit, dans les grottes de Grimaldi, les coquilles ont une provenance très-variée.

L'*Ammonites Lyelli* du Gault n'est pas percé; les caractères de la roche dans laquelle il est empâté donnent à penser qu'il a été recueilli dans les couches fossilifères de la Perte-du-Rhône (1).

Le *Nummulites perforata* est très-abondant à La Mortola, et j'en ai vu un gisement sur la plage de Garavant, près Menton, à une faible distance des grottes de Grimaldi.

Le seul exemplaire de *Cerithium cornucopiæ* appartient évidemment à cette belle espèce connue, avec le test, seulement en Angleterre et à Valognes (Manche).

Les fossiles pliocènes proviennent soit des marnes de Biot, près Grasse, soit des argiles synchroniques de Castel d'Appio, de Beaulieu, de Nice, etc.

Quant aux mollusques terrestres des cavernes, ils se rapportent presque tous à des espèces qui vivent encore dans les Alpes Maritimes et dans la Ligurie. L'*Helix nemoralis* est représenté par de très-grands individus de la variété *Apennina*, Stabile (*Helix Genuensis*, Porro), commune en Toscane, près de Florence et sur plusieurs points des Apennins. M. de Mortillet m'en a communiqué des échantillons vivants presque identiques. Les *Zonites Leopoldianus* (*Zonites olivetorum*, Gmelin) des cavernes de Grimaldi atteignent une taille énorme; ils sont rares ou manquent actuellement au voisinage des grottes. Le *Zonites spelæus* est une espèce perdue, que M. Issel (2) a signalée pour la première fois dans les grottes de Verezzi.

Les espèces actuelles océaniques sont très-peu nombreuses, puisque M. Rivière n'en a découvert que 6. Sur ces 6 espèces, 4 ne vivent pas dans la Méditerranée : *Buccinum undatum*, *Purpura lapillus*, *Littorina littorea*, *L. rudis*; elles ont été par conséquent importées. Les 2 autres: *Pecten maximus* et *Cassis saburon*, très-communes sur le littoral de l'Aquitaine, sont rares dans la Méditerranée et ont pu être apportées de l'Océan avec les autres coquilles indubitablement atlantiques.

(1) C'est la seule Ammonite des cavernes dont j'ai examiné le contenu. Il est probable que les Troglodytes ne recueillaient que les coquilles des vallées gisant à la surface du sol et faciles à extraire.

(2) *Delle Conchiglie raccolte nelle breccie e nelle caverne ossifere della Liguria occidentale*, p. 7, fig. 1 ; 1867.

Quant aux espèces actuelles méditerranéennes, elles sont extrêmement répandues ; on peut évaluer à plusieurs milliers le chiffre de celles que M. Rivière a dégagées. Elles vivent encore sur les côtes de la Ligurie et de la Provence. Les unes ont servi à l'alimentation, comme les *Patella ;* d'autres sont percées et ont dû être enfilées, soit pour constituer des parures, soit pour former des chapelets ayant une valeur commerciale pour le trafic ; d'autres, enfin, étaient sans doute des objets de curiosité.

Les petits *Nassa neritea* semblaient spécialement recherchés pour la parure des Troglodytes de Grimaldi : ils ont été recueillis en contact avec le beau squelette envoyé au Muséum par M. Rivière, les uns placés sur la tête, les autres près du genou.

On remarque que les cavernes de la Ligurie ne renferment pas un seul fossile miocène, tandis que ceux-ci sont abondants dans les grottes des bords de la Vézère ; et cependant les coquilles océaniques de Grimaldi ont dû être ramassées dans des localités plus distantes que les gisements miocènes de l'Aquitaine, par exemple. Dans les cavernes de Belgique, les coquilles sont éocènes ou tongriennes, mais on n'y mentionne pas d'espèces des faluns.

Il résulte de l'examen des coquilles recueillies dans les cavernes que les hommes de l'époque du Renne ont recherché indistinctement les coquilles de toutes provenances : vivantes ou fossiles. Les coquilles vivantes, néanmoins, appartiennent à deux faunes, celle de l'Océan et celle de la Méditerranée ; aucune d'elles n'est originaire de l'Océan Indien, ce qui fait supposer que les rapports commerciaux n'étaient pas très-étendus (1), et que les coquilles les plus anciennement usitées comme signe monétaire en Asie et en Afrique *(Cypræa moneta)* (2) n'étaient pas encore connues dans l'Ouest de l'Europe.

Les coquilles de l'Océan sont presque toutes usées ; elles ont dû être ramassées mortes et roulées, dans les laisses des rivages océaniques de la France. L'espèce principale est le *Littorina littorea,* que l'on perçait pour en faire des colliers et que l'on a signalé sur divers points de l'Europe (3).

Ces Littorines ont pénétré par voie d'échanges ou ont été appor-

(1) Il n'en est pas de même à Thayngen, où M. C. Mayer indique une valve d'*Ostrea cucullata* (espèce de la Mer Rouge et de l'Océan Indien), ainsi que des fossiles du bassin de Vienne.

(2) Le *Cypræa annulus* a été recueilli par Layard dans les ruines de Nimroud (Woodward, *Manual of the Mollusca,* 1re éd., p. 121).

(3) Le *Littorina littorea* est l'une des espèces dominantes des Kjoekkenmoeddings. On trouve ces coquilles percées dans les tumuli des Iles Britanniques, surtout en Irlande *(Reliquiæ aquitanicæ. Descriptions of the plates,* p. 93).

tées par des migrations de tribus errantes, jusqu'à Gourdan et jusqu'en Ligurie. On en trouve quelques-unes à Grimaldi, mélangées à d'autres espèces océaniques. Dans la grotte de Bize, près Narbonne, M. Gervais a vu des Littorines percées (1).

L'état d'usure des coquilles océaniques donne à penser que les Troglodytes de l'Aquitaine n'étaient pas d'habiles pêcheurs.

Au contraire, les coquilles de la Méditerranée des cavernes de la Provence et de la Ligurie sont parfaitement conservées; elles ont pu être prises vivantes. Les plus grandes *(Patella)* servaient à l'alimentation; les plus petites étaient tantôt percées, tantôt conservées intactes.

L'espèce de la Méditerranée la plus communément percée est le *Nassa neritea;* c'est elle qui domine à Grimaldi et dans les cavernes des Alpes Maritimes; elle a été également signalée à Bize (2).

Quant aux coquilles fossiles, leur étude fournit de précieux documents sur les rapports commerciaux ou sur les migrations des Troglodytes. Ainsi, dans les grottes du Périgord: à La Madeleine, à Laugerie-Basse, on trouve des fossiles des faluns de la Touraine, de l'Anjou ou de l'Aquitaine; à Gourdan, des fossiles tertiaires de l'Aquitaine et peut-être du Roussillon; à Grimaldi, au contraire, avec des fossiles pliocènes et nummulitiques de gisements peu éloignés, on a recueilli une Ammonite de la Perte-du-Rhône et un Cérite de Valognes (3).

Cette recherche des coquilles fossiles par les Troglodytes n'est pas spéciale aux populations anciennes du Midi de la France. Ainsi M. E. Dupont (4) a découvert, dans les grottes de la vallée de la Lesse, plusieurs espèces de coquilles fossiles tertiaires percées, qui ont été apportées de Courtagnon, de Grignon, de Pontchartrain, de Reims, etc.

D'autre part, M. C. Mayer (5) signale dans la grotte de Thayngen, canton de Schaffouse, quelques fossiles miocènes du bassin de Vienne: *Pectunculus Fichteli, Cerithium margaritaceum,* etc.

Il serait très-facile de multiplier ces citations, en relevant les localités où des coquilles fossiles ont été apportées par l'Homme et sont éparses dans des cavernes, des brèches osseuses et des dépôts quaternaires de l'ancien et même du nouveau continent (6). Mais je crois qu'on obtien-

(1) Gervais, *Rech. sur l'ancienneté de l'Homme,* pl. X, fig. 11.

(2) Gervais, *op. cit.*, pl. X, fig. 10.

(3) C'est la provenance que M. Deshayes assigne à l'échantillon découvert à Grimaldi par M. Rivière.

(4) Dupont, *L'Homme pendant les âges de la pierre dans les environs de Dinant-sur-Meuse,* p. 158; 1872. — De Mortillet, *Matér.*, t. II, p. 167 (Cavernes des bords de la Lesse, province de Namur).

(5) *Vierteljahrschrift der Naturf. Gesell. in Zürich,* novembre 1874.

(6) *Smithsonian report,* 1868, p. 404.

drait des résultats fort curieux en essayant de tracer, d'après la provenance des fossiles et des coquilles récentes des cavernes, la carte des relations commerciales, des voyages ou des migrations des Troglodytes. On aurait ainsi la preuve qu'à l'exemple des tribus américaines (1), les peuples anciens se déplaçaient en poursuivant les animaux auxquels ils faisaient la chasse. C'est ainsi que les Troglodytes de Belgique ont pu arriver jusqu'au bassin de Paris, et que ceux de la Dordogne se sont aventurés au pied des Pyrénées et jusque sur les bords de la Méditerranée (2).

Quels étaient les usages des coquilles trouvées dans les cavernes?

Plusieurs suppositions peuvent être hasardées en réponse à cette question :

1° Nous avons déjà dit que certaines coquilles étaient des débris de cuisine, des Kjoekkenmoeddings. Telles sont les Patelles des grottes de Grimaldi, de Finale (Ligurie occidentale), les Moules de la grotte de Verezzi, du Cap Roux, près Beaulieu, etc.

2° D'autres coquilles non comestibles ou d'une très-petite dimension : *Nassa, Columbella, Cerithium, Trochus,* existent en grande abondance dans les grottes de Grimaldi. Elles ne sont pas percées.

Il est difficile de croire que les Troglodytes aient formé des collections d'histoire naturelle ; faut-il alors considérer ces coquilles comme représentant un objet de troc ou de trafic ? Cette explication n'est nullement improbable, puisque nous voyons le *Cauris (Cypræa moneta)* employé comme monnaie dans une partie de l'Afrique, et l'*Hai-a-qua* ou *Alli-ko-cheek (Dentalium pretiosum)* accepté de même par les Indiens de l'Ouest de l'Amérique du Nord, depuis la Californie jusqu'à l'Alaska (3).

3° Les coquilles percées : *Littorina, Nassa,* ont dû être enfilées, soit pour servir d'ornements, de colliers, de bracelets, soit pour former une série monétaire, ce qui suppose l'idée d'une numération. Dans ce cas, il est admissible que les séries de pièces similaires pouvaient être interrompues par une pièce d'une espèce ou d'une dimension différente, comme dans les chapelets. Ainsi, on a trouvé à Aurignac, à Baillargues, des fragments de coquilles bivalves *(Cardium)* percés au centre et qui rappellent les *wampum* ou fragments percés de *Venus mercenaria* des peuplades voisines du littoral atlantique de l'Amérique du

(1) Rau, *Arch. für Anthropologie,* 1872 ; et *Smithsonian Report,* 1872, p. 377.

(2) L'étude des espèces minérales trouvées dans les cavernes et utilisées pour la confection des ustensiles et des armes des Troglodytes a déjà donné des résultats étonnants au point de vue des migrations présumées de ces peuplades.

(3) R.-E. Stearns. *The American Naturalist.* t. III. n° 1 ; 1869.

Nord (1), et les pièces de *Saxidomus gracilis* employées au même usage au sud de la Californie (2).

Le même usage existe dans le Benguella. La coquille d'un mollusque terrestre *(Achatina monetaria)*, découpée en rondelles dont le centre est percé, fournit un signe monétaire employé dans les transactions commerciales et pour l'acquittement d'une partie du tribut. On en forme des chapelets appelés *Quirandas de Dongo*, qui constituent en même temps un ornement pour les femmes (3).

4° Certaines coquilles de provenance éloignée *(Cerithium cornucopiæ* de Grimaldi, *Cerithium giganteum* des cavernes de la Lesse), ont pu être de simples objets de curiosité, des amulettes ou même des ornements réservés aux chefs et aux personnages de distinction (4). Au commencement de ce siècle, nous savons que des coquilles rares ne pouvaient être portées que par les chefs de certaines peuplades. Ainsi le *Cypræa aurora*, belle coquille polynésienne, était réservée aux princes Kanaques de Taïti, et la plupart des exemplaires de nos collections sont percés, parce qu'ils étaient suspendus. Une Ovule de la Nouvelle-Calédonie *(Ovula angulosa)* est très-recherchée par les naturels des Nouvelles-Hébrides, qui donnent en échange jusqu'à un demi-tonneau de bois de sandal, c'est-à-dire la valeur de 4 à 500 francs (5).

5° Dans les cavernes de Grimaldi, il n'est pas rare de voir des morceaux de grosses coquilles usées, qui ont été ramassés sur la plage et qu'on a perforés ensuite. Ces fragments de *Pectunculus*, d'*Ostrea*, de *Spondylus*, etc., sont informes, roulés, décolorés, et n'ont probablement pas constitué des ornements. Il est vraisemblable qu'on les a utilisés pour lester des filets. Nos pêcheurs des côtes de France emploient des pierres percées dans le même but, et les habitants des archipels de l'Océan Indien attachent des Cauris à leurs engins de pêche (6).

L'accumulation de coquilles percées ou non percées dans les grottes de Grimaldi a beaucoup frappé mon attention. M. Rivière en a recueilli en effet des milliers ; et si la fortune d'un peuple sauvage se mesure à la quantité des ornements ou des objets qui sont nécessaires à son industrie ou à ses transactions, il est certain que les Troglodytes de Gri-

(1) Haliburton, *New materials for the history of Man*, p. 20; 1863.

(2) Stearns, *loc. cit.*

(3) A. Morelet, *Voy. du docteur Welwitsch*, p. 63; 1868.

(4) Le *Cerithium giganteum* des cavernes de la Lesse était percé et avait dû être porté enfilé comme ornement ou amulette.

(5) D'après Montrouzier, *Journ. de Conchyl.*, t. XI, p. 55 ; 1863.

(6) Woodward, *Man. de Conchyl.*, édit. française, p. 241.

maldi étaient très-riches. Les grottes servaient-elles à garder les trésors d'une tribu et à les accumuler pour pouvoir trafiquer en grand à certaines époques ? Cette supposition n'a rien d'invraisemblable, attendu qu'on ne saurait admettre *a priori* que l'accumulation des coquilles ait été le résultat du goût des collections d'histoire naturelle. D'ailleurs cet usage était général à ce moment chez les Troglodytes ; mais il est certain que c'est sur les bords de la Méditerranée qu'on en trouve les preuves les plus nombreuses. Au contraire, les grottes de la vallée de la Vézère fournissent à peine les éléments de quelques colliers en Littorines et en Dentales.

Si la similitude des usages était corrélative de la similitude des caractères anthropologiques, on réunirait sans aucun doute tous les Troglodytes de La Madeleine, de Cro-Magnon, de Thayngen, de Laugerie-Basse, de Sorde, de Bruniquel, de Bize et de Grimaldi, sous un même nom de race (1), et en y joignant quelques autres peuplades de la France et de la Belgique, on reconstituerait leur distribution géographique. Ces tribus avaient des relations entre elles ; elles colportaient dans toute la France leurs coquilles percées ; mais, d'après la provenance de celles-ci, je suis disposé à reconnaître deux rameaux dans la population du Sud de la France de cette époque : 1° le rameau occidental, dont le centre peut être placé dans le Périgord et qui rayonne surtout dans l'Aquitaine, la Gascogne, la Touraine ; la coquille percée dominante est le *Littorina littorea*, forme océanique ; 2° le rameau oriental, dont le centre est la Ligurie et qui envoie ses colonies en Provence et en Languedoc ; la coquille percée dominante est le *Nassa neritea*, forme méditerranéenne. Les hommes du rameau occidental me paraissent avoir eu d'autres mœurs que ceux du rameau oriental : ils étaient surtout chasseurs et artistes, tandis que ceux du rameau oriental étaient pêcheurs et commerçants. Je m'arrête ici, parce que le champ des hypothèses devient trop vaste et que la précision scientifique pourrait en souffrir ; on a déjà trop abusé de l'induction dans l'Anthropologie préhistorique.

M. **Gruner** fait observer que la présence de coquilles quaternaires dans les cavernes ne prouve pas absolument que ces coquilles aient été contemporaines des hommes qui ont vécu dans ces cavernes, ces hommes ayant tout aussi bien pu ramasser des coquilles quaternaires que les coquilles tertiaires ou secondaires dont M. Fischer a donné la liste.

M. **Fischer** répond que les coquilles quaternaires sont toutes ter-

(1) D'après M. Hamy, leurs caractères ostéologiques sont concordants et les rapprochent des Atlantes et des Guanches.

restres et qu'elles ne sont jamais percées, ce qui a lieu pour les coquilles des autres époques.

M. Munier-Chalmas croit que la présence de genres et d'espèces disparus dans des couches quaternaires n'implique pas la très-haute antiquité de ces couches, des genres et des espèces éteints se trouvant dans des couches quaternaires des environs de Paris relativement récentes.

M. Labat, après avoir dit quelques mots de l'emploi des coquilles chez les peuplades sauvages actuelles, et fait remarquer que ces coquilles ne servent pas toujours à l'ornementation, mais qu'elles constituent un système commode de numération, ajoute que les coquilles percées trouvées dans les cavernes ont pu servir à ce dernier usage chez les peuplades préhistoriques. Il cite, à l'appui de son opinion, ce fait qu'en Russie, à l'époque d'Ivan-le-Terrible, c'est-à dire à une époque récente, les percepteurs se servaient de coquilles percées pour la perception des impôts.

M. Pomel rappelle qu'en Auvergne, aux environs d'Issoire, on a trouvé dans une station préhistorique des coquilles percées provenant des faluns; M. Lecoq a également recueilli un Ananchyte de la Craie du Nord de la France au pied de Gergovie. En réponse à M. Fischer, il mentionne ce fait que chez les sauvages actuels les coquilles qui servent de monnaie ne sont jamais préparées, et que les coquilles enfilées à la suite les unes des autres sont utilisées comme moyen de numération.

M. Dollfus ayant parlé des haches en jade dont on ne connaît pas encore le gisement et qui paraissent provenir de localités éloignées des stations dans lesquelles on les rencontre,

M. de Vibraye cite la présence en Europe de haches en jade, en jadéite, en chloromélanite, dont les gisements connus sont dans l'Inde. Des quartz hyalins travaillés par les Troglodytes du Périgord ne se retrouveraient qu'au Brésil, d'après MM. Descloizeaux et Pisani. Il faut toutefois prendre garde de tirer de ces faits des conclusions trop hâtives: la sibrolithe, par exemple, dont les seuls gisements connus étaient dans l'Inde, ayant été retrouvée en France, à Pontgibaud.

M. Tournouër ne croit pas que la présence de la *Paludina lenta* dans les cavernes de l'âge du Renne prouve la navigation à cette époque, la France et l'Angleterre pouvant être encore réunies.

M. Hébert pense que la séparation entre la France et l'Angleterre est antérieure à l'âge du Renne.

M. Sauvage est du même avis : en effet, suivant d'Archiac, la couche qui dans le Nord de la France porte le nom de Lœss, ne se retrouve pas au-delà du détroit; or le Lœss du Nord de la France est contemporain de l'époque du Renne dans le Midi , ainsi que l'établit la présence à Blacourt, près Bou-

logne-sur-Mer, de débris de ce Mammifère et de silex identiques de taille avec ceux du Périgord.

M. **Gaudry** remarque qu'il est de plus en plus difficile de distinguer l'âge du Renne de celui du Mammouth, ces deux animaux ayant coexisté.

M. **Hébert** fait observer que l'*Elephas primigenius* a vécu en Europe plus longtemps qu'on ne le pense, et que le Quaternaire, relativement récent, de la plaine de Saint-Denis renferme des débris de ce Mammifère ; la présence du Mammouth dans certaines cavernes de la Dordogne n'implique pas dès lors la haute antiquité de ces stations.

M. **de Rosemont** croit que l'époque du Renne est beaucoup plus récente qu'on ne le pense, et que cet animal a vécu en France à une époque historique.

MM. **Munier-Chalmas** et **Sauvage** combattent cette opinion.

Séance du 3 *avril* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Morel de Glasville fait la communication suivante :

Sur la **cavité crânienne** *et la* **position** *du* **trou optique** *dans le* **Steneosaurus Heberti,** par M. **Morel de Glasville.**

Pl. VIII et IX.

Les côtes de la Manche sont des contrées favorisées où les géologues peuvent chercher en toute confiance. Ils y satisferont leur désir de connaître, et leurs persévérantes investigations pourront être récompensées par le plaisir d'exhumer quelque nouveau spécimen de ces anciens Sauriens qui vivaient si nombreux et si variés sur les rivages des mers anciennes.

Dans les recherches auxquelles je me suis livré sur les côtes du Calvados en 1871, j'ai trouvé une très-belle tête de Saurien, d'une espèce non décrite.

Elle provient de l'Oxfordien inférieur, zone à *Ammonites athleta* et

A. Duncani (Callovien de d'Orbigny), et de la localité, si connue des géologues, des Vaches-Noires, près Dives (Calvados).

Le poids de ce fossile rendant son transport difficile, j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société des dessins, de grandeur naturelle, représentant les faces supérieure et inférieure de la mâchoire supérieure et la face supérieure de la mâchoire inférieure, plus deux dessins théoriques, qui rendront, je l'espère, mon explication plus claire.

Ce fossile appartient à la famille des Téléosaures et au genre Sténéosaure.

Ses dimensions considérables, le nombre de ses dents, un intermaxillaire très-renflé montrant un large bourrelet autour de l'ouverture antérieure des narines, l'ouverture vaste et profonde des arrière-narines sous forme rectangulaire, m'ont paru des caractères distinctifs suffisants pour motiver la création d'une espèce nouvelle : *Steneosaurus Heberti*, que j'ai dédiée au savant professeur de Géologie de la Sorbonne, M. Hébert.

Je ne viens pas faire aujourd'hui la description détaillée de ce fossile ; ce sera l'objet d'un travail plus complet. Je ferai seulement remarquer que les rapports des différents os paraissent à peu près les mêmes que ceux établis dans les descriptions données de ces animaux par MM. Deslongchamps, les savants professeurs de Zoologie de la Faculté des Sciences de Caen, et j'ajouterai quelques mesures pour donner un aperçu des dimensions de cette tête.

La longueur de la mâchoire supérieure est de $1^{m}17$, de l'extrémité postérieure du condyle occipital à l'extrémité antérieure de l'intermaxillaire.

La longueur de la mâchoire inférieure est de $1^{m}13$, de l'extrémité postérieure de l'articulaire à l'extrémité antérieure du dentaire.

La largeur prise sur la mâchoire supérieure à la courbure latérale externe des os zygomatiques, ou sur la mâchoire inférieure à la courbure latérale externe de l'angulaire, est de $0^{m}42$.

Les deux mâchoires étant posées l'une sur l'autre, on arrive à une longueur totale de $1^{m}33$ pour la tête du grand animal provenant des Vaches-Noires.

Les orbites, tournées en haut, s'inclinent légèrement en dehors de chaque côté.

Les fosses temporales sont très-allongées; elles ont en longueur $0^{m}27$ à $0^{m}28$, et $0^{m}14$ dans leur plus grande largeur.

On compte, de chaque côté, 39 à 40 dents à la mâchoire supérieure, et 35 à la mâchoire inférieure; ce qui fait, en somme, environ 150 dents similaires, coniques, striées, et généralement droites après leur sortie de l'alvéole.

Le *Steneosaurus Larteti* n'avait que 112 à 114 dents, le *Steneosaurus Edwardsi* 128 à 132. Dans ces deux espèces, les arrière-narines sont figurées comme étant arrondies.

Les vertèbres de ces animaux sont légèrement biconcaves ou amphicéliques.

Le concours que certains os apportent à la configuration de la cavité crânienne dans le *Steneosaurus Heberti* est tout différent de celui qui leur est attribué dans les autres Sauriens vivants ou éteints, et je pense que les paléontologistes ne liront pas sans intérêt les particularités anatomiques que j'ai pu constater, en dégageant ce fossile de sa gangue, et qui modifient les notions admises sur l'ostéologie des Sténéosaures.

Dans ces Reptiles, comme dans les Téléosaures proprement dits, on a toujours prolongé la partie antérieure de la cavité crânienne à travers les pariétaux, jusque sous la partie postérieure du frontal principal; de sorte que, d'une ouverture restée béante en ce point, on faisait sortir les nerfs optiques et olfactifs, ces nerfs se trouvant ainsi à proximité des organes auxquels ils étaient destinés, principalement des yeux. Cette disposition est celle que l'on remarque chez les Crocodiliens et les Chéloniens, aussi bien que chez les *Teleosaurus Cadomensis* et *T. temporalis*, dont les descriptions les plus complètes ont été données dans les travaux des auteurs précités.

Il n'en est pas de même chez les Sténéosaures : nous ne trouvons plus dans ce genre un cerveau de Crocodile.

Dans la tête du *Steneosaurus Heberti* dégagée par moi, la crête médiane, formée par les pariétaux, était cassée en deux endroits : une première cassure existait à la hauteur des os transverses, un peu au-delà de la suture du frontal principal avec les pariétaux, et montrait un os plein, d'une texture homogène et serrée, ne portant même aucune trace de suture ancienne de ces os; la deuxième cassure, située beaucoup plus près de ce que l'on appelle l'arrière-crâne, à une distance de 4 à 5 centimètres, montrait un trou gros comme le tuyau d'une plume à écrire. J'ai percé ce trou rempli d'un calcaire gris clair, dont la couleur tranchait sur le fond brun de l'os, pour y glisser une fiche en fer, et à 3 centimètres à peine de profondeur le foret refusait de mordre et ne ramenait plus qu'une poussière pyriteuse. La cassure opposée montrant un os plein, il y a tout lieu de croire que là se terminait un prolongement du cerveau correspondant probablement aux lobes olfactifs, réduits ici à un seul.

Ainsi il n'y a pas, dans cette tête, d'ouverture à l'extrémité postérieure du frontal principal. Les pariétaux, soudés entre eux dans toute leur longueur, et en avant avec la partie postérieure du frontal, forment

un os impair et médian; toutefois la cavité crânienne pénètre à une profondeur de 8 à 9 centimètres à leur extrémité postérieure, sous la forme d'un tube effilé qui devait servir de gaîne aux lobes olfactifs.

Si le cerveau s'était prolongé chez ce Sténéosaure aussi avant que chez les Téléosauriens proprement dits, le trou optique aurait certainement été plus avancé; mais la réduction considérable du cerveau a forcé le nerf optique à parcourir un long trajet pour se rendre à l'œil; il fallait dès lors chercher plus loin la position des trous optiques.

Or, on avait déjà reconnu l'existence d'un orifice symétrique placé à la rencontre du sphénoïde, de l'occipital latéral et de l'occipital basilaire, c'est-à-dire à l'endroit où l'on mentionne la présence de l'ouverture de la Trompe d'Eustache latérale. Ces trous, dont le diamètre est de 0m025 chez le *Steneosaurus Heberti*, ont proportionnellement des dimensions considérables pour les fonctions qui leur étaient attribuées. Je les ai dégagés avec précaution assez profondément, et ils offrent ce fait intéressant qui n'a pas encore été signalé : c'est qu'ils présentent d'abord chacun un orifice unique, circulaire, qui devient ensuite commun à deux canaux elliptiques, séparés par une cloison ou pilier osseux vertical, large de 4 à 5 millimètres.

Il n'est pas ordinaire de voir ces trous géminés; en outre la direction de chacun d'eux est très-divergente.

Je me crois autorisé à dire que l'un d'eux, l'externe, est bien l'orifice de la partie osseuse de la Trompe d'Eustache latérale : il se dirige sous le tympanique; tandis que l'autre, l'interne, est le premier trou qui se rencontre en suivant les pariétaux depuis le frontal jusqu'aux occipitaux; il est aussi le premier qui puisse donner passage aux nerfs et aux vaisseaux de l'œil; il se dirige vers la base de l'encéphale : c'est le trou optique.

Ce trou est à l'extrémité postérieure des pariétaux, à 0m25 de l'œil; distance considérable, mais qui n'est pas sans exemple. Ainsi, dans une autre classe de vertébrés, parmi les poissons d'eau douce, ces faits se présentent dans l'ordre des Malacoptérygiens abdominaux, chez les Silures, les plus grands poissons des fleuves et des lacs d'Allemagne, de Hongrie, etc. Parmi les poissons marins, on cite des faits du même genre dans l'ordre des Sélaciens, chez les Raies.

Les nerfs et les vaisseaux de l'œil, aussitôt après leur sortie du crâne, cheminaient sous la saillie en forme de toit formée par la face externe des pariétaux. Cette large saillie les protégeait contre la pression qu'aurait pu exercer sur eux le jeu des énormes muscles qui remplissaient les fosses temporales.

Le ptérygoïdien qui termine l'ouverture postérieure des fosses nasales, le sphénoïde qui le suit et de là se dirige en arrière pour aller

rejoindre le basilaire, se trouvent eux-mêmes isolés du cerveau. Ils se relient aux pariétaux par une cloison verticale, très-caverneuse, de 7 à 8 millimètres d'épaisseur, qui occupe la moitié de la hauteur de la tête et en complète la séparation en deux moitiés égales.

Dans cette région, le sphénoïde forme la voûte du pharynx; il se présente sous la forme d'une feuille dont les nervures sont dessinées par les petites crêtes qui sillonnent l'os dans différents sens, et qui donnaient attache à de nombreuses insertions musculaires.

Des études que j'ai faites jusqu'ici, il me paraît résulter que ni le sphénoïde, ni les ptérygoïdiens, ni la plus grande partie des pariétaux, ni le frontal principal, n'ont de rapports avec le cerveau, contrairement à ce qui se passe chez les Chéloniens et les Crocodiliens, desquels on rapproche à juste titre les Téléosauriens proprement dits. La cavité crânienne de notre Saurien n'aurait plus pour base que les occipitaux inférieur et latéraux.

Cette tête consiste principalement en une longue face étirée; ce que l'on appelle l'arrière-crâne dans les Téléosauriens proprement dits, forme le crâne tout entier dans le *Steneosaurus Heberti*.

Le crâne est resté en entier à l'arrière; l'ouverture antérieure des fosses nasales a été portée très-loin en avant; tous les os de cette face ont été modifiés et se sont ressentis de cette évolution; pendant ce long étirage, les pariétaux se sont rapprochés complétement, portés dans toute leur longueur sur une lame osseuse verticale, à laquelle sont comme suspendus le sphénoïde et les ptérygoïdiens, avec toute la fosse ptérygoïdienne.

Il est incontestable que des pariétaux longs et étroits, entourant la cavité crânienne sous forme de paroi mince, eussent constitué une crête médiane bien faible pour une tête aussi forte, ayant à fournir un point d'appui solide à des muscles aussi puissants que ceux qui remplissaient ces vastes fosses temporales; il fallait un pivot irrésistible pour soutenir l'ossature lourde et massive de cette longue tenaille hérissée de fortes dents. Les Sténéosaures n'avaient-ils pas à lutter contre les Ichthyosaures, ces agiles et belliqueux Cétacés de l'époque jurassique, et contre d'autres animaux bien plus formidables encore, si l'on s'en rapporte aux nombreux et importants débris que fournissent ces mêmes parages?

La sortie et la direction du nerf olfactif ne s'accusent pas aussi nettement que celles du nerf optique; mais différentes raisons me portent à croire que ces animaux, malgré leurs longs nez, avaient le sens de l'odorat bien peu développé.

En résumé, on a trop généralisé la constitution de la tête osseuse des Téléosaures proprement dits, en l'appliquant aux Sténéosaures, qui

se différencient par des dispositions ostéologiques fondamentales.

Si mes souvenirs ne me trompent pas, j'ai tout lieu de croire que l'on doit même étendre ces déductions à d'autres Téléosauriens dont les fosses temporales sont très-allongées : par exemple, aux Métriorhynques.

EXPLICATION DES PLANCHES VIII et IX.

Pl. VIII.

Steneosaurus Heberti, Morel de Glasville.

Fig. A. Mâchoire supérieure vue en dessus.

Fig. B. La même vue en dessous.

Fig. C. Mâchoire inférieure vue en dessus.

Ces trois figures sont réduites au $\frac{1}{10^e}$ de la grandeur naturelle.

Pl. IX.

Fig. 1. *Teleosaurus Cadomensis.* Coupe transversale au niveau des trous, *d,* de la Trompe d'Eustache; grandeur naturelle.

Fig. 2. *Steneosaurus Heberti,* Morel de Glasville. Coupe transversale, montrant la face antérieure du crâne au niveau de la cassure postérieure des pariétaux, *h ;* au quart de la grandeur naturelle.

Fig. 3. *Teleosaurus Cadomensis.* Coupe longitudinale; grandeur naturelle.

Fig. 4. *Steneosaurus Heberti.* Coupe longitudinale ; au quart de la grandeur naturelle.

Les désignations par des lettres majuscules sont empruntées aux ouvrages de MM. Deslongchamps père et fils.

D Palatin.
E Frontal principal.
F Frontal antérieur.
M Fosse ptérygoïdienne.
N Pariétal.
P Mastoïdien.
T Tympanique.
U Zygomatique.
V Sphénoïde.
X Occipital supérieur.
Z Occipital inférieur.
a Cavité crânienne, pénétrant seulement à la partie postérieure des pariétaux dans le *Steneosaurus Heberti.*
b Orifice commun aux trous *c* et *d.*
c Trou optique dans le *Steneosaurus Heberti* et direction du nerf optique pour gagner l'orbite.
d Trou de la Trompe d'Eustache latérale.
f Trou de la Trompe d'Eustache moyenne.
g Lame verticale et médiane reliant les pariétaux au sphénoïde.
h Cassure des pariétaux à 0m04 du crâne dans le *Steneosaurus Heberti.*
h' Deuxième cassure à 0m16 du crâne.

i Pointillé figurant l'orbite.
y Trou occipital.
c. t. Cavité tympanique.
s. t. Selle turcique dans le *Teleosaurus Cadomensis*.

M. de Lapparent fait la communication suivante :

Note sur la relation des **failles** *et des* **gisements éocènes** *du* **Nord** *de la* **France** *avec l'***Argile à silex**,

par M. Alb. **de Lapparent.**

J'ai fait connaître, dans une note précédente (1), les particularités qui distinguent la plupart des gisements de sables et d'argiles éocènes dans le Vermandois et le Cambrésis. Je rappellerai que les sables avec grès et les argiles plastiques subordonnées occupent souvent, dans la craie, des poches très-profondes, sur le bord desquelles la glauconie inférieure apparaît en couches inclinées et disloquées, tandis que parfois, au centre de la masse de sable blanc, l'argile lignitifère forme un véritable V. Pour expliquer ces apparences, il m'a semblé nécessaire d'admettre que les formations éocènes avaient subi, postérieurement à leur dépôt, un *effondrement* dans des cavités produites par la dissolution de la craie sous-jacente. J'émettais en même temps l'idée que cette dissolution était liée au phénomène qui avait produit l'argile à silex et à meulières, et que les effondrements résultants avaient dû s'opérer de préférence le long des lignes de fracture de la craie.

Depuis la publication de cette note, le nombre des poches analogues dont j'ai pu constater l'existence entre Laon, Cambrai, Saint-Quentin et Guise, s'est notablement accru, et je n'ai plus de doutes relativement à la possibilité d'y reconnaître des alignements définis. Mais la confirmation décisive de cette manière de voir est venue s'offrir dans une région où je ne m'attendais guère à la rencontrer, je veux dire dans le *Pays de Caux*.

Tout le monde sait que ce vaste et fertile plateau est essentiellement composé d'un fond de craie, recouvert par une nappe épaisse d'argile rougeâtre à silex, qui elle-même est couronnée par un manteau de limon. Mais sous cette apparente simplicité de structure se cachent des accidents stratigraphiques assez remarquables. Le plus important est la faille de Fécamp à Lillebonne, dislocation presque rectiligne dont la lèvre occidentale est formée par la craie blanche à *Micraster*, tandis que l'autre est constituée par la craie glauconieuse. Cette faille, d'après les travaux de M. Lennier et de ses actifs collaborateurs de la Société

(1) *Bulletin*, 3e série, t. II, p. 134.

géologique de Normandie, se relie d'une manière continue avec le relèvement de Villequier et aussi avec celui de Pavilly, signalé par M. Biochet.

En outre, la surface du Pays de Caux est parsemée, en divers points, d'exploitations de sables, de grès et quelquefois d'argiles à poteries, où les auteurs n'ont pas hésité à reconnaître la formation de l'argile plastique, mais dont l'importance serait très-incomplétement appréciée si l'on en jugeait par le petit nombre des gisements actuellement figurés sur les cartes géologiques. Il est vrai que l'allure de ces gisements était bien faite pour dérouter les premiers observateurs, et que les relations des sables avec l'argile à silex devaient, au premier abord, sembler des plus confuses.

Éclairé par ce que j'avais observé dans le Nord de la France, j'ai facilement compris que la plupart des sablières et argilières du Pays de Caux, notamment celles des environs de Bolbec, étaient des poches tertiaires effondrées dans la craie. Mais ce qui est tout-à-fait remarquable dans cette contrée, c'est la concentration de ces accidents au voisinage de la grande faille de Fécamp à Lillebonne, qui est, pour ainsi dire, *jalonnée* par une série de poches éocènes, lesquelles sont situées, ou sur la faille même, ou sur son bord abaissé, mais presque jamais sur le bord opposé (celui de la glauconie).

Ainsi, à Fécamp, l'emplacement même de la faille est marqué par les grandes sablières qui commencent au-dessus des Bains et se poursuivent dans la commune de Saint-Léonard. Puis, l'argile à silex, épaisse de 35 mètres, empêche de rien voir dans la traversée du chemin de fer de Fécamp à Beuzeville; mais les tranchées les plus profondes rencontrent, au point même où elles traversent la faille, un développement particulier des blocs de grès et poudingues tertiaires, attestant que la formation de l'argile plastique a existé sur ce point.

Dans le pli de terrain si marqué qui commence près de Mirville pour aboutir à Bolbec, et qui coïncide exactement avec la faille, il y a une série de sablonnières à la ferme de la Gaullerie, près de la Fontaine des Vaux, dans le Val aux grès; en outre plusieurs sources viennent se perdre dans la faille.

A Bolbec même, et notamment au nord-est de la ville et à l'est sur la route de Rouen, le développement des sables et des grès est énorme sur le bord crayeux de la faille. Enfin, une sablonnière se retrouve à Gruchet, juste au point où le terrain de craie va faire place à la glauconie. D'ailleurs ces gisements offrent des traces évidentes d'effondrement. C'est ainsi que, dans la carrière à pavés du Val aux grès, près de Bolbec, on voit, au centre de la poche, des couches verticales d'argile plastique rosée, avec lits parallèles de petits galets plats.

Ainsi, l'analogie de ces gisements avec ceux du Nord de la France, d'une part, et, de l'autre, leur liaison avec les dislocations du sol, sont choses évidentes. Il reste à montrer que la formation de cet effondrement se rattache à celle de l'argile à silex.

Or, cette argile pénètre elle-même dans la craie sous forme de poches très-irrégulières, qui très-certainement sont le résultat d'une dissolution et non celui d'une érosion. Les éléments solides sont les silex de la craie détruite, des fragments de grès, et aussi des petits galets dont l'origine éocène n'est pas douteuse. Rien n'est plus facile à comprendre que la descente, au milieu des cavités produites par le phénomène de l'argile à silex, de lambeaux tertiaires primitivement superposés à la craie blanche. Ces lambeaux, en descendant dans les poches, ont dû, la plupart du temps, se trouver séparés de la craie par la couche d'argile avec silex formée aux dépens du substratum crayeux, et c'est ainsi qu'on a pu souvent se méprendre sur la superposition des deux dépôts et croire que les sables éocènes étaient plus récents que le cordon d'argile à silex qui les sépare de la craie, tandis que ce cordon, dont l'origine est purement chimique, a pu et dû se former sous les sables déjà déposés.

L'étude attentive de la région normande montre bien, d'ailleurs, à quel point l'argile à silex est un dépôt *formé sur place* et où les phénomènes de transport n'ont joué absolument aucun rôle. Rien n'est plus instructif à cet égard que l'observation de la grande falaise du Bray. Il y a, dans cette falaise, une terrasse bien marquée, à 60 ou 70 mètres au-dessous du bord supérieur. Cette terrasse est formée par la craie de Rouen, et la glauconie rhotomagienne, qui constitue la base de l'assise, apparaît généralement au sommet du talus qui limite la terrasse vers l'intérieur du Bray. Cela posé, le bord supérieur de la grande falaise étant couronné par l'argile à silex, souvent très-rouge, parce qu'elle a été faite aux dépens des sables et argiles rouges éocènes, la terrasse de craie de Rouen est sillonnée par des poches d'argile brune manganésifère, à silex tachés de noir. Enfin le bord de cette terrasse, partout où existe la craie glauconieuse, offre une argile verte, très-semblable aux glaises vertes du terrain tertiaire et sans silex. Or cette argile verte n'est pas autre chose que le dépôt chimique correspondant à l'argile à silex; là où le substratum est glauconieux, elle est dépourvue de silex, parce que le dépôt de glauconie n'en contient pas. De même, l'argile brune, à silex noirs, est le faciès normal de l'argile à silex là où les recouvrements éocènes n'existent pas sur la craie.

C'est ainsi que, dans le bassin de Paris, aux environs de Compiègne, toutes les fois qu'on observe, en tranchée, le contact direct des sables inférieurs tertiaires avec la craie, ce contact a lieu par une *couche*

horizontale, soit de glauconie sableuse, soit de silex verts roulés, en cordon régulier dans le sable. Toutes les fois, au contraire, qu'on observe ce contact sur un point naturel d'affleurement, où le dépôt d'argile à silex a pu faire sentir son action, on voit les silex pénétrer en poches irrégulières dans la craie, et en même temps ils sont empâtés dans une véritable argile verte, produit secondaire opéré aux dépens de la glauconie sableuse.

Ainsi l'argile à silex du Nord de la France est le résultat d'un phénomène purement chimique, dont les manifestations les plus intenses ont eu lieu le long des lignes de failles ou de fractures et à une époque très-voisine de la fin de la période tertiaire. Si l'argile à silex paraît *descendre dans les vallées*, cela tient sans doute à ce que ces mêmes vallées se sont creusées justement dans les points où le massif de la craie présentait les fractures les plus importantes et où, par suite, l'argile à silex s'était accumulée de préférence.

M. Munier-Chalmas confirme par les observations qu'il a pu faire aux environs de Sézanne les conclusions que vient de formuler M. de Lapparent.

M. de Chancourtois, tout en adhérant à l'opinion de M. de Lapparent, ne comprend pas comment a pu se faire avec tant de régularité le remplissage des poches de sable, ces poches se creusant en dessous.

M. Hébert signale l'inconvénient qu'il y a à donner un même nom à des couches d'âges bien différents ; on devrait réserver le nom d'*argile à silex* aux dépôts antérieurs au terrain éocène que l'on trouve toujours sur la craie à *Micraster* comme dernier terme de la série ; ces dépôts doivent être distingués de ceux étudiés par MM. de Lapparent, Laugel, de Mercey.

M. de Lapparent ne connaît pas en Normandie de couches à silex antérieures à celles dont il vient de parler et que, pour éviter toute confusion, on pourrait nommer *argile à blocaux* ; les couches à silex éocènes sont de véritables conglomérats.

Séance du 17 *avril* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT,

puis de M. TOURNOUËR, *vice-président*.

En l'absence des secrétaires et des vice-secrétaires, M. Bioche, archiviste, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. de Raincourt communique la note suivante :

Description de quelques **Fossiles nouveaux** *du bassin de* **Paris**,

par **M. de Raincourt** (1).

Pl. X.

1. NEÆRA BOURSAULTI, *de Raincourt*.

Pl. X, fig. 7-7*b*.

Cette coquille, renflée en avant, se termine en arrière par un bec court, allant en se rétrécissant vers le bout, ce qui donne au bord ventral une forme curviligne presque régulière. La surface est couverte de sillons parallèles au bord ventral, subimbriqués et se relevant en arrière. Vers les deux tiers de la surface, quelques côtes divergentes, peu apparentes, partent du crochet en croisant les sillons. Le bec postérieur ne porte que des stries d'accroissement peu marquées. La charnière offre un petit cuilleron incliné. Les impressions musculaires sont profondément marquées, surtout la postérieure. L'impression palléale est parallèle au bord ventral.

Longueur : 13^{mm}.
Largeur : 8^{mm}.
Habitat : Boursault (Calcaire grossier).

2. NEÆRA HEROUVALLENSIS, *de Raincourt*.

Pl. X, fig. 8-8*b*.

Voisine de la *N. Wateleti*, Desh., la *N. Herouvallensis* s'en distingue par sa forme et par son ornementation. Elle est globuleuse, transverse, très-renflée en avant, terminée en arrière par un bec très-court et tronqué carrément. Le crochet, protubérant, se contourne légèrement en arrière. La coquille, sur la surface de laquelle on observe quelques stries d'accroissement fort peu sensibles, porte, auprès du bec, quelques côtes rayonnantes peu marquées et légèrement courbées. La charnière est composée d'un petit cuilleron oblique et d'une dent longue et courbée. Les impressions musculaires sont sensiblement ovalaires, et l'impression palléale est parallèle au bord de la coquille.

(1) La plupart des espèces décrites dans cette note ont été découvertes par notre confrère M. l'abbé Saint.

Long. : 5mm.
Larg. : 3mm.
Hab. : Hérouval (Sables inférieurs).

3. ISOCARDIA EOCÆNICA, *de Raincourt.*

Pl. X, fig. 6 et 6*a*.

Le genre *Isocardia* n'était jusqu'ici connu dans le bassin de Paris que par un moule et quelques fragments de test trouvés par M. Graves dans le Calcaire grossier. M. l'abbé Saint a découvert une valve entière dans le Calcaire grossier de Vaudancourt. Cette espèce diffère certainement de celle trouvée par M. Graves.

Elle est très-bombée, très-inéquilatérale, à crochets recourbés en dedans et divergents. La surface est couverte de stries d'accroissement. La charnière, longue, est composée de deux dents, la première double en longueur de la seconde. Les impressions musculaires sont subcirculaires, l'antérieure plus grande que la postérieure; l'impression palléale est entière. L'intérieur de la coquille est couvert de fines ponctuations.

Long. : 20mm.
Larg. : 17mm.
Hab. : Vaudancourt (Calcaire grossier).

4. NERITA SAINTI, *de Raincourt.*

Pl. X, fig. 3-3*b*.

Coquille assez épaisse, semiglobuleuse, sensiblement ovalaire, faiblement déprimée inférieurement. La spire est composée de quatre tours : les trois premiers sont très-petits et forment un mamelon peu saillant; le quatrième, très-développé, est couvert de côtes saillantes, écartées, parallèles à l'ouverture ; entre ces côtes on aperçoit quelques stries d'accroissement. Dans quelques exemplaires les côtes s'observent encore sur le troisième tour. Sur le côté gauche de la coquille, quelques lignes obsolètes, perpendiculaires à l'ouverture, viennent, en traversant les côtes, les relever faiblement. L'ouverture est sensiblement semilunaire. Le bord de la columelle, faiblement convexe, est garni de sept dents ; le plan columellaire est large, convexe et revêtu d'une couche calleuse. L'ornementation de cette coquille est variable : ainsi, dans des exemplaires fort bien conservés, les côtes se réduisent à six, sept ou huit ; dans d'autres, elles manquent entièrement sur la partie antérieure de la coquille et ne se montrent qu'à la partie postérieure.

Long. : 10mm.
Larg. : 8mm.

Épaisseur : 6mm.
Hab. : Hérouval (Sables inférieurs).

5. EULIMA LUDOVICÆ, *de Raincourt.*

Pl. X, fig. 5.

Cette espèce, la plus grande connue dans le bassin de Paris, a quelques rapports avec l'*E. fallax,* Desh., mais elle s'en distingue au premier abord par sa taille plus grande et ses tours de spire plus convexes.

Notre coquille est allongée, aiguë, lisse et brillante. Sa spire compte quinze tours un peu convexes, réunis par une suture linéaire, s'accroissant en largeur ; le dernier, convexe à la circonférence, ne porte pas de traces de carène comme dans la plupart des autres espèces du genre. La columelle est droite et cylindrique. L'ouverture, assez large, est faiblement dilatée vers le milieu. Nous ne pouvons donner une description exacte du bord droit, dont près d'un millimètre est brisé.

Long. : 20mm.
Diamètre : 5mm.
Hab. : Réquécourt (Calcaire grossier).

6. RISSOA FAYELLENSIS, *de Raincourt.*

Pl. X, fig. 4-4*b*.

Malgré sa forme plus trapue et une ornementation différente, on pourrait, si on n'examinait soigneusement cette coquille, la confondre avec une variété du *R. cincta,* Desh.

Courte et ventrue, notre coquille a les tours de spire peu convexes et réunis par une suture bordée d'un bourrelet peu apparent, qui les fait paraître subimbriqués ; ces tours sont couverts de fines stries ; le dernier occupe plus de la moitié de la coquille. L'ouverture est grande, ovale, oblongue ; l'angle postérieur est aigu ; l'antérieur est creusé en gouttière. La columelle, légèrement tordue, est tronquée au sommet. Le bord droit porte un bourrelet assez saillant.

Long. : 9mm.
Diam. : 5mm.
Hab. : Le Fayel (Sables moyens).

7. PLEUROTOMA LAPPARENTI, *de Raincourt.*

Pl. X, fig. 2-2*b*.

Cette coquille, voisine du *P. lyra,* Desh., ne peut être confondue avec lui.

D'une forme allongée et un peu ventrue, le *P. Lapparenti* compte

neuf à dix tours, partagés en deux parties inégales : la première, la plus étroite, est creusée en gouttière, chargée de fins sillons et terminée vers la suture par un bourrelet granuleux ; la seconde est ornée de seize côtes un peu obliques et traversée par trois sillons. Sur le dernier tour ces sillons, au nombre de quatorze, sont traversés par des stries d'accroissement peu sensibles ; les quatre premiers sillons avoisinant la suture sont beaucoup plus rapprochés que les autres. N'ayant pu avoir d'exemplaire dont le bord droit soit bien conservé, nous ne pouvons en donner la figure, mais les stries d'accroissement indiquent une échancrure assez profonde. La columelle, sensiblement droite, est revêtue d'un bord gauche assez épais.

Long. : 13mm.
Diam. : 4mm.
Hab. : Le Fayel (Sables moyens).

8. PLEUROTOMA FRANCISCI, *de Raincourt.*

Pl. X, fig. 1-1*b*.

Ce *Pleurotoma*, qui a quelques rapports avec le *P. dentata*, Lam., s'en distingue cependant aisément.

Sa spire, allongée et pointue au sommet, compte neuf à dix tours séparés par une suture garnie d'un bourrelet. Des côtes courtes et très-saillantes, au nombre de neuf, garnissent les tours et se reproduisent sur le bourrelet en s'infléchissant un peu. Le dernier tour est couvert de stries serrées, qui, coupant à angle droit celles d'accroissement, forment un réseau. Ces stries s'observent d'une manière moins sensible sur les tours précédents. L'ouverture, courte et dilatée vers le milieu, a son bord mince et entaillé par une sinuosité profonde. La columelle est un peu concave et légèrement contournée ; son bord gauche est étroit et s'épaissit vers l'origine du canal.

Long. : 15mm.
Diam. : 5mm.
Hab. : Le Fayel (Sables moyens).

M. Hedde donne lecture de la note suivante :

Volcans *de la* Haute-Loire,

par M. Félix **Robert** (*suite*) (1).

TROISIÈME AGE. — VOLCANS BASALTIQUES ANCIENS.

Les volcans basaltiques anciens décrivent deux chaînes de montagnes,

(1) Voir *Bulletin*, 3e sér., t. II, p. 245.

moins élevées, d'environ trois cents mètres, que celle des trachytes. L'une part du pied oriental du Mezenc, dans la direction de Fay-le-Froid à Yssengeaux, et va jusqu'à Retournac. La seconde s'étend au couchant du village des Estables, par Laussonne, Lantriac, Saint-Julien-Chapteuil, Saint-Hostien et Rosières, jusqu'à Vorey. Comme tous ces volcans ont la même physionomie, et que leurs laves, plus ou moins lithoïdes, ont les mêmes caractères minéralogiques, je n'indiquerai que ceux qui sont le plus en relief, et ceux dont les coulées ont formé les premiers plateaux basaltiques qui ont préservé les alluvions marines et les marnes irisées de l'érosion des eaux.

Bassin d'Yssengeaux.

Le volcan basaltique de Fay-le-Froid, que j'ai décrit dans mon premier travail sur les phonolithes et les trachytes, précise parfaitement l'âge de ces volcans, par sa superposition sur les phonolithes, ce qui m'engage à compléter sa description.

Ce volcan forme une éminence qui domine au couchant le bourg de Fay. Au sommet de cette éminence, l'on voit les ruines de l'ancien cratère, d'où sont sorties plusieurs coulées laviques qui, d'un côté, se sont superposées aux phonolithes, jusque sur la place publique, et, de l'autre, ont produit un plateau qui suit l'inclinaison de la route du Puy et sur lequel les basaltes ont une tendance à la forme prismatique. Cette coulée de lave se continue au midi jusqu'au pied du Signon, où elle se confond avec les lauzes de ce volcan. Au levant du bourg, la lave a traversé le phonolithe et s'est répandue autour de la montagne. Près de l'église, on remarque un dyke basaltique, surmonté d'une croix qui a remplacé l'ancien château de Fay; ce dyke renferme des rognons de péridot, des fragments de phonolithe et du granite vitrifié ou *Fiorite*.

Le volcan basaltique de Saint-Roc domine, du côté du midi, la ville d'Yssengeaux, et, de même que celui de Fay-le-Froid, il a produit plusieurs coulées laviques qui, d'un côté, descendent jusqu'au pied des maisons, et, de l'autre, forment un plateau qui suit la pente de la rivière. Plusieurs dykes basaltiques sont disséminés autour de la ville: les plus remarquables sont le Mont-Barnier et celui de la Roue; leurs laves se sont entassées sur place et ont pris la forme arrondie.

A Retournac, le dyke sur lequel on aperçoit encore les ruines du château d'Artias, s'élève au-dessus de la Loire. Le défilé de Chamalières, dominé par les montagnes trachytiques de Gerbison et de Miaunes, forme un paysage des plus intéressants pour l'étude de la géologie.

Bassin du Puy.

Le volcan de Badiou, près de Laussonne, atteint 1 034 mètres d'altitude; celui d'Artaud, 1 039m; le Mont-Plaisir, 1 064m; le Maizou, 1 040m. Dans la commune de Lantriac, le volcan de Mont-Champ s'élève à 1 080m. Les laves de ces volcans se sont répandues sur les marnes irisées et sur les alluvions marines; elles ont formé les premiers plateaux qui ont conservé ces couches et les ont protégées contre l'érosion des eaux.

Dans la commune de Saint-Germain-la-Prade, les volcans les plus remarquables sont le Suc de Garde et le Suc-Peynastre. Ce dernier, qui est le plus en relief et le plus voisin du Puy, domine la vallée de la Gagne, et ses laves se sont déversées autour de la montagne du côté de la Chabanne et vers le village de Servissas, qui se dresse au sommet d'un dyke basaltique.

Bassin d'Emblavès.

Près du village de Saint-Hostien, plusieurs volcans basaltiques se sont fait jour, et leurs laves se sont accumulées sur place en prenant la forme arrondie. Au-dessus de Rosières, le Suc de Bay se fait remarquer par son cratère en grande partie conservé, d'où sont sorties plusieurs coulées qui ont formé un plateau basaltique s'étendant jusqu'à Beaulieu; plusieurs dykes sont disséminés autour de ce village.

Le cratère du volcan de Veyre, au-dessus de la Borie, est parfaitement conservé; il a produit plusieurs coulées laviques qui se sont répandues à l'entour; plusieurs dykes basaltiques se font remarquer par leurs formes pittoresques.

QUATRIÈME AGE. — BRÈCHES VOLCANIQUES.

Les brèches volcaniques des environs du Puy attirent l'attention par leur nature et par leurs formes arrondies. Elles s'élèvent verticalement du fond des vallées jusqu'à des hauteurs considérables. Placées dans des sites extrêmement pittoresques, leurs cimes sont couronnées par de vieux châteaux en ruines ou par d'anciennes églises aux clochers pointus.

Ces brèches ont-elles été déposées et formées dans nos vallons, alors sous les eaux, par les déjections et les cendres des volcans intermédiaires? Ou bien sont-elles les produits de volcans particuliers, accompagnés de dykes qui se seraient moulés dans nos calcaires marneux? Ces questions ont donné lieu à bien des controverses parmi les membres de la Société géologique réunis au Puy en 1869.

D'après mes observations, ces brèches existaient avant les volcans à scories, qui les ont traversées et recouvertes de leurs débris. A l'époque où les volcans à brèches se sont fait jour, le pays ne présentait qu'une vaste plaine couverte de marais et de lacs, dont les eaux se déversaient au nord vers l'Auvergne. A des intervalles plus ou moins éloignés, des cours d'eau considérables entraînaient dans la même direction des alluvions argilo-volcaniques et sableuses, des cailloux roulés de phonolithes, de trachytes et de basaltes anciens, qui se répandaient sur cette plaine marneuse. On suit ces dépôts, d'une étendue considérable, depuis Farges, Taulhac, Vals, jusqu'à Polignac.

Si les volcans intermédiaires avaient existé, ils auraient intercepté ces alluvions, tandis que leurs laves reposent sur elles, et que leurs brèches argiloïdes renferment des cailloux roulés semblables à ceux que j'ai trouvés au-dessus de la brèche de Corneille et sur celle de Polignac; preuve évidente que ces rochers étaient circonscrits par les calcaires marneux et au niveau de la plaine.

Cheyrac.

Le cratère de Cheyrac est le seul qui se soit conservé. Élevé de 820m au-dessus du niveau de la mer, il dominait cette plaine marneuse. Il est un peu échancré au midi par l'érosion des eaux. Les brèches s'élèvent verticalement du fond de ce cratère; arrivées au sommet, elles se déversent autour de la montagne en couches horizontales; un filon qui se dirige vers Polignac a donné sans doute naissance à ce fameux rocher.

Rocher de Polignac.

Le dyke de Polignac est la brèche la plus imposante qui se trouve aux environs du Puy. Sa forme est rectangulaire; son sommet, d'une vaste surface, est entouré d'anciennes fortifications en ruines.

Sur le plateau il existe un vaste puits, de 75 mètres de profondeur et de 4 mètres de diamètre, qui a donné lieu à de nombreuses légendes. La Société académique du Puy, voulant connaître la vérité, me chargea, comme maire de Polignac, de le faire déblayer; il était à ce moment aux trois quarts comblé par les pierres que chaque visiteur avait jetées pour s'assurer de sa profondeur. Le fond du rocher ne présente que des fissures verticales, s'enfonçant dans le sol et amenant par des siphons deux sources contenues dans un réservoir, pour l'usage des habitants du château.

Sainte-Anne.

C'est un volcan à scories, de l'âge intermédiaire; il s'est fait jour à travers un massif de brèches d'une vaste étendue; on les suit depuis Sainzelles jusqu'au volcan moderne de Denise, qui les a traversées et recouvertes, de même que Sainte-Anne, de ses déjections volcaniques. Les couches qui sont sorties de cet ancien cratère sont horizontales et présentent sur leurs bords des formes plus ou moins arrondies et des plus fantastiques. Un filon qui se dirige au levant a donné lieu, sans doute, au dyke de Flayac, qui fournit des pierres de taille à la commune de Polignac. Près du village de Sainzelles, on rencontre une grotte préhistorique, qui s'enfonce dans la brèche de près de 40 mètres, sur une largeur de 13 mètres.

Eyssenac.

De même que celui de Sainte-Anne, le volcan d'Eyssenac s'est fait jour à travers les brèches qui s'étendent vers le vallon de Vals, où elles se sont accumulées en couches horizontales à des hauteurs considérables. Ces brèches ont été recouvertes par une coulée lavique venue du volcan d'Eyssenac et qui les a protégées contre l'érosion par la rivière du Dolezon.

Saint-Michel et *Corneille.*

Le dyke de Saint-Michel s'élève en forme de cône, jusqu'à 694 mètres d'altitude. L'étude que j'en ai faite achève de me convaincre de l'origine plutonienne des brèches volcaniques. Du côté du nord, en face de la propriété Bonneville, Saint-Michel repose sur une cheminée basaltique que l'on voit surgir de terre. A quelques pieds au-dessus du niveau du sol, la lave se divise en plusieurs filons verticaux adhérents à la brèche et s'identifiant avec elle jusqu'au sommet, où a été construite une singulière église carlovingienne, à clocher pointu, qui termine ce curieux obélisque.

La matière volcanique qui a produit Corneille est de même nature que celle de Saint-Michel; ces deux dykes sont sans doute sortis du même moule, démantelé plus tard par l'érosion des eaux. La ville du Puy a été bâtie, en grande partie, avec les matériaux extraits de ce volcan, et la plupart des caves de la haute ville reposent sur la brèche, ainsi que la rue Roche-Taillade. Au sommet de Corneille, on remarque quelques couches horizontales qui se sont, comme à Cheyrac, déversées autour du cratère.

Les dykes d'Espaly et de Ceyssac, qui sortent du fond de nos vallons en couches verticales, viennent achever l'étude de ces volcans.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Je terminerai cet aperçu par quelques considérations générales. La conservation des brèches volcaniques aux environs du Puy est due à leur origine ignée; sans elle, leurs bases auraient été minées par les eaux et leurs débris dispersés dans nos vallons. Leurs formes arrondies et pittoresques sont l'effet de l'érosion par ces mêmes eaux, qui ont entraîné les calcaires marneux environnants, ainsi que les parties les moins dures.

Ces brèches se composent de cendres agglutinées, de scories, de laves avec chaux carbonatée concrétionnée, de fragments de granite vitrifié nommé *Fiorite* et qui renferme quelques zircons, du quartz irisé ou *Cordiérite*, de la calcédoine en globules, etc.

Les plateaux supérieurs et inférieurs de Ronzon et de Montredon, qui correspondent à celui de Chadrac, démontrent que la vallée du Puy n'a été creusée qu'à l'époque des éruptions des volcans modernes. La différence de niveau des diverses coulées basaltiques explique parfaitement ce creusement. Rien n'empêche de croire qu'il n'y ait eu des cheminées volcaniques par lesquelles seraient sorties ces brèches si curieuses qui font l'ornement de notre bassin.

M. Pellat donne lecture de la note suivante :

Sur un gisement de **coquilles** *fossiles du* **Diluvium** *dans la presqu'île de* **Saint-Maur** *(Seine),*

par M. Fr. **Delille.**

Il existe en ce moment, sur la rive droite de la Marne, à 400 mètres environ en amont du pont de Champigny, une excavation creusée pour les fondations d'un pont du chemin de fer de grande ceinture. Les talus de cette excavation m'ont donné la coupe suivante :

1° Sol végétal, mélangé de lœss, épais d'environ $0^{m}50$.

2° Diluvium un peu rougeâtre, analogue à celui de la sablière du Tremblay et contenant, comme lui, beaucoup de coquilles tertiaires brisées et roulées : Natices, Fuseaux, Turritelles, Cérithes (fort nombreux) et diverses coquilles bivalves. Cette assise est épaisse d'environ 5^{m}.

3° Enfin, une couche de Diluvium inférieur, très-gris, et dont je n'ai pu constater la puissance, le trou s'arrêtant dans l'épaisseur de

cette couche. Ce qui la rend surtout intéressante, et ce qui m'engage à signaler à la Société ce gisement, destiné sans doute à être bientôt comblé, c'est le nombre prodigieux de coquilles terrestres et fluviatiles qu'on y trouve. Ces coquilles sont d'une taille et d'une conservation exceptionnelles; elles sont aussi d'une grande beauté de coloration : d'un blanc pur, jaunes, noires, grises, ou marbrées de blanc et de noir. Pour en faire une abondante récolte, il faut les chercher, non dans les parois de l'excavation, mais dans les déblais qui en proviennent et qu'on a rejetés sur les bords. J'ai cru y reconnaître les espèces ci-après, et probablement y en a-t-il encore beaucoup d'autres :

Lymnæa stagnalis,
— *palustris,*
— *ovata,*
— *auricularia,*
Succinea putris,
— *oblonga,*
Valvata piscinalis,
Cyclostoma elegans,
Planorbis corneus,
— *marginatus,*
Helix nemoralis,
Bithynia tentaculata,
Pisidium amnicum,
Unio littoralis.

Ce gisement est analogue à celui de la sablière de Joinville-le-Pont, décrit par Ch. d'Orbigny (1), et à ceux que Goubert a signalés à Gentilly (2).

M. Charles **Mayer** annonce à la Société qu'il va publier, dans les *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse* (XIVe livraison), un **Catalogue** *des* **Fossiles** *du terrain* **nummulitique** *des environs d'***Einsiedeln,** avec quatre planches d'espèces nouvelles.

Tant pour compléter la série des genres que pour citer quelques espèces particulièrement intéressantes, M. Mayer a ajouté à la faune en question 29 espèces provenant du même niveau géologique, mais d'autres régions des Alpes suisses, de sorte que son Catalogue énumère en tout 435 espèces, savoir : 3 Spongiaires, 30 grands Foraminifères (dont 22 Nummulites), 10 Phytozoaires, 2 Bryozoaires, 42 Échinides, 9 Brachiopodes, 115 Pélécypodes, 198 Gastéropodes, 7 Céphalopodes, 4 Vers, 8 Crustacés et 7 Poissons.

Quant à l'âge géologique de cette faune, M. Mayer a montré, dès 1858 *(Actes de la Société helvét. des Sc. nat.*, réunion d'*Einsiedeln),* que c'était bien celui du Calcaire grossier inférieur, en citant 50 espèces appartenant à ce dépôt, sur les 77 dont se composait alors la faune en question. Depuis lors, l'étude et la détermination de matériaux beaucoup plus nombreux que les premiers, n'ont fait que confirmer les

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XVII, p. 66.
(2) *Id.*, 2e sér., t. XXIII, p. 542.

données déjà acquises. Le terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln correspond exactement à la moitié inférieure de l'étage parisien proprement dit, et sa masse, uniforme et indivisible, puissante d'environ vingt mètres, représente plus particulièrement les trois assises du bassin de Paris nommées : *glauconie grossière, couches à Nummulites* et *bancs durs,* tandis que la couche à Gastéropodes de Steinbach, qui la surmonte, correspond, par sa position et sa faune, aux couches à *Cerithium giganteum* ou de Damery, et que le gros banc sans fossiles, dit *Wuhrstein (pierre à digues),* qui termine la série, est l'analogue exact du *banc royal* du bassin de Paris.

Sur les 406 espèces dont se compose pour le moment la faune nummulitique d'Einsiedeln, il y en a 75 nouvelles, dont 58 spéciales au bassin et décrites pour la première fois. Des 348 espèces restantes, 148 sont propres aux divers terrains nummulitiques du Midi de l'Europe, et sur celles-ci une douzaine seulement n'étaient encore connues dans cette zone que des étages éocènes supérieurs (Bartonien, Ligurien et Tongrien).

Les 200 espèces qui se trouvent en même temps aux environs d'Einsiedeln et dans le bassin anglo-parisien se répartissent dans ce dernier de la manière suivante :

Aucune n'est spéciale à l'étage suessonien (inférieur), mais 70 se trouvent dans l'étage londinien et 26 de celles-ci lui étaient jusqu'ici particulières, notamment : *Ostrea eversa, Cytherea ambigua, Fusus bifasciatus, Rostellaria Dewalquei, Cassidaria diadema, Cypræa oviformis, Rotularia Bognorensis,* espèces communes à Einsiedeln. D'un autre côté, 5 espèces seulement n'étaient pas encore connues d'un niveau inférieur à l'étage bartonien, à savoir : *Xenophora patellata, Natica Brongniarti, Cancellaria evulsa, Pleurotoma rostrata* et *Voluta expansa;* mais M. Mayer est persuadé que ces espèces se retrouveront tôt ou tard dans le Nord au niveau du Calcaire grossier ou de l'Argile de Londres. Quant aux espèces de notre faune qui y descendent pour la première fois d'étages beaucoup plus récents (le Tongrien et les étages néogènes), elles sont au nombre de 14, dont une douteuse seule *(Fusus robustus)* se trouve dans le Nord. Parmi les autres, les plus remarquables sont : *Lucina incrassata,* qui n'allait encore que du Tongrien de Dax au Tortonien de Tortone, et *Cardium discrepans,* longtemps cru propre aux étages miocènes, mais qu'on avait déjà trouvé dans le Bartonien de Nice ; puis deux espèces néogènes et vivantes, *Natica Josephinæ* et *Ranella gigantea,* toutes deux parfaitement hors de contestation.

Or, vis-à-vis de ce nombre minime d'espèces d'autres niveaux que l'étage parisien proprement dit, il y a, sur les 200 espèces que les

environs d'Einsiedeln ont en commun avec ceux de Paris ou de Londres. 169 de connues du niveau du Calcaire grossier inférieur et moyen, et jusqu'à 57 d'absolument propres à ce niveau, parmi lesquelles les plus répandues, telles que : *Cliona Cerithiorum, Nummulina lævigata, N. scabra, Echinanthus Cuvieri, Echinolampas Calvimontanus, Pecten multicarinatus, P. Parisiensis, P. subimbricatus, Crassatella sinuosa, Cardium fraterculus, Cytherea nitida, Corbula exarata, Pleurotomaria concava, Cerithium giganteum, Fusus Noæ, F. rugosus, F. funiculosus, F. intortus, F. uniplicatus, Triton turriculatum, Pleurotoma attenuata, P. glabrata, P. labiata, Rostellaria Murchisoni, Cassidaria enodis, Harpa Baylei, H. mutica, Mitra elongata, Voluta lyra, V. mitrata, V. muricina, V. spinosa, V. uniplicata, Carcharodon heterodon, C. leptodon*. Bien entendu, les 112 espèces qui passent du Calcaire grossier à un autre niveau sont, en grande majorité, caractéristiques du premier par leur abondance. Il est donc parfaitement hors de doute que le terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln appartient à l'étage parisien proprement dit, et plus particulièrement à sa moitié inférieure.

Quant aux espèces nouvelles, décrites en latin et en allemand, et figurées le mieux possible, les plus intéressantes sont une *Pseudoplacuna*, une Gryphée semblable à la *G. Couloni*, une Lime du type de la *L. gigantea*, un grand Pleurotomaire, une *Pereirea*, un gros Cône, un gros Strombe, une grosse Ficule, un *Cymbium* tout petit, un *Aturia* à côtes et divers Fuseaux particuliers.

Enfin, M. Mayer s'est vu dans la nécessité d'établir quatre coupes génériques ou sous-génériques nouvelles, à savoir : un genre *Pseudoplacuna* voisin des *Placuna*, un sous-genre *Oncoma* pour les Strombes sans échancrure marginale, un sous-genre *Harpopsis* pour le *Buccinum stromboïdes*, et un sous-genre *Silia* pour une petite Harpe à caractères particuliers.

M. Mayer espère que son ouvrage, précédé d'une introduction géologique traitant de la classification des terrains tertiaires inférieurs, paraîtra, au moins en tirage à part, vers la fin de l'année courante.

M. P. **Fischer** signale l'importance de l'association d'espèces éocènes avec des espèces miocènes et surtout avec la *Ranella gigantea*.

M. **Matheron** émet quelques doutes sur la détermination de cette dernière coquille. La *Ranella* signalée à Dax par Grateloup sous le nom de *R. gigantea* n'appartient pas en réalité à cette espèce.

M. **Munier-Chalmas** rappelle que dans des draguages récents on a recueilli le *Cerithium tricinctum*.

M. Pellat fait la communication suivante :

Émersion *du* **Sud** *et de l'***Est** *du* **bassin parisien** *à la fin de la période* **jurassique,** *et extension de la limite inférieure de l'étage* **portlandien** *du* **Boulonnais,**

par M. Edmond **Pellat.**

L'étage portlandien des géologues français (calcaires à *Ammonites gigas* et à *Cyprina Brongniarti)* a été longtemps assimilé, à tort, ainsi que je l'ai montré, au Portlandien des Anglais *(Portland-stone* et *Portland-sand)* (1). Ils sont séparés l'un de l'autre, dans le Boulonnais et dans le pays de Bray, par la partie supérieure du *Kimmeridge-clay* (argiles de Hartwell = argiles à *Ostrea expansa).*

J'ai classé cette partie supérieure du *Kimmeridge-clay* dans le Portlandien moyen, le *Portland-stone* formant le Portlandien supérieur, et les couches à *Ammonites gigas* le Portlandien inférieur.

Lorsque j'ai combattu la fausse assimilation que je viens de rappeler, j'ai signalé l'absence du Portlandien moyen dans l'Est et le Sud du golfe parisien. Cherchant à expliquer cette lacune, j'ai avancé que le Portlandien inférieur avait peut-être continué à se déposer à l'est et au sud, pendant que le Portlandien moyen se formait dans le Boulonnais.

Cette explication a été récemment reproduite par M. Maurice de Tribolet dans son intéressante note sur le parallélisme des étages jurassiques supérieurs de diverses contrées (2).

Les perturbations peu importantes auxquelles correspondent les limites d'étages et de sous-étages, ont pu n'être que très-locales et, par conséquent, ne modifier que localement les conditions biologiques et sédimentaires. Dans ce cas, on peut concevoir une faune cessant de vivre plus tôt sur un point que sur un autre, un étage finissant plus tôt dans une région que dans une autre, des sous-étages distincts sur un point et se confondant ailleurs.

Cette considération, grâce à laquelle, bien souvent, les classificateurs les plus opposés auraient chacun raison, ne me paraît point devoir

(1) L'oolithe vacuolaire de la Meuse et de la Haute-Marne peut seule être assimilée au *Portland-stone* ou plutôt au Purbeckien.

(2) *Sur les terrains jurassiques supérieurs de la Haute-Marne comparés à ceux du Jura suisse et français, suprà,* p. 259.

expliquer l'absence du Portlandien moyen dans l'Est et le Sud du bassin de Paris.

Les travaux de MM. de Loriol, Cotteau, Royer et Tombeck, sur le Portlandien de la Haute-Marne et de l'Yonne, montrent, en effet, que les faunules du Portlandien inférieur s'y succèdent dans le même ordre qu'à Boulogne.

Des quatre subdivisions suivantes, que je distingue dans le Portlandien inférieur du Boulonnais :

Grès de Ningle et de la Crèche.
Sables à Pernes de Terlincthun,
Poudingue de Châtillon,
Grès du Mont-Lambert,

les trois supérieures correspondent à la zone à *Cyprina Brongniarti* de la Haute-Marne et de l'Yonne, et la quatrième se rapporte à la zone sous-jacente à *Ammonites gigas* des mêmes contrées.

Deux faunes se suivant ainsi dans le même ordre, ont dû se déposer pendant le même laps de temps.

L'absence du Portlandien moyen dans la Haute-Marne et l'Yonne doit donc être attribuée au mouvement d'émersion qui a rejeté la mer vers le nord-ouest pendant la période jurassique supérieure.

Cette émersion a été complète dans l'Yonne, où le Néocomien repose directement sur la zone à *Cyprina Brongniarti* (1).

A-t-elle été aussi complète dans la Haute-Marne?

Dans cette région l'étage portlandien comprend, au-dessus des deux zones qui dans l'Yonne le forment à elles seules et qui correspondent au Portlandien inférieur du Boulonnais (zone à *Cyprina Brongniarti* et zone à *Ammonites gigas)*, une troisième zone (zone à *Cyrena rugosa)* (2) : c'est l'*oolithe vacuolaire,* avec ses *bancs verts.*

Le Portlandien moyen du Boulonnais manque entre la zone à *Cyrena rugosa* et les zones à *Cyprina Brongniarti* et à *Ammonites gigas;* mais comme, d'après MM. de Loriol, Royer et Tombeck, ces trois zones sont reliées par un certain nombre d'espèces communes, il paraît y avoir eu continuité dans la sédimentation : pas d'émersion par conséquent.

Cependant, des conglomérats de galets observés par MM. Buvignier, Cornuel et Tombeck, dans les calcaires tubuleux qui terminent la zone à *Cyprina Brongniarti* (partie supérieure du Portlandien inférieur), indiquent, d'après les savantes recherches de M. Delesse, une profon-

(1) De Loriol et Cotteau, *Monographie pal. et géol. de l'étage portlandien du dép. de l'Yonne.*

(2) De Loriol, Royer et Tombeck, *Description géol. et pal. des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne.*

deur d'eau d'une dizaine de mètres seulement, par suite un haut fond, un exhaussement du golfe.

Cet exhaussement est aussi attesté par les Cyrènes qui remplissent certains bancs de l'oolithe vacuolaire et annoncent des eaux saumâtres.

Comme cette zone à *Cyrena rugosa* contient un certain nombre d'espèces qui la font assimiler au Purbeckien, elle serait synchronique des derniers termes de la série jurassique (argiles à *Ostrea expansa, Portland-stone* et *Purbeck-beds),* qui ailleurs sont distincts et superposés ; et alors retrouverait sa place la donnée que j'excluais tout-à-l'heure : la durée plus grande d'un étage sur un point que sur un autre, le Purbeckien ayant vraisemblablement commencé là plus tôt qu'ailleurs, par suite de cet exhaussement du golfe.

Les derniers affleurements des étages jurassiques supérieurs étant cachés par le terrain crétacé qui les a recouverts transgressivement, on ne peut tracer le rivage du Portlandien moyen ; mais on doit noter que dans le pays de Bray les argiles à *Ostrea expansa* sont beaucoup moins puissantes que dans les falaises du Boulonnais. Leur rivage se rapprochait de celui de la mer actuelle.

Quant au rivage du Portlandien supérieur, il s'en fallait de peu qu'il ne correspondît précisément, dans le Boulonnais, aux falaises actuelles. Il est nettement indiqué, presque parallèlement à ces falaises et très-près d'elles, par des couches de sables et de galets, avec nombreuses Cyrènes associées à de rares Trigonies.

La faune franchement marine du *Portland-stone* existe, au contraire, dans les falaises à droite et à gauche de Boulogne.

Jusqu'à présent, je n'avais classé dans le Portlandien inférieur du Boulonnais que le massif presqu'exclusivement composé de sables et de grès, épais de 15 à 20 mètres, dont la partie supérieure correspond, ainsi que je viens de le dire, à la zone à *Cyprina Brongniarti* de la Haute-Marne et de l'Yonne, et dont la partie inférieure appartient à la zone à *Ammonites gigas.*

J'ai indiqué ci-dessus les quatre subdivisions que j'établis dans ce massif.

Je le désigne par la lettre N.

Au-dessous, on observe :

M. Des argiles, des schistes, des grès calcarifères, noirâtres, d'une épaisseur totale de 25 mètres (schistes de Châtillon).

Ce massif a de l'analogie avec les 30 mètres de sédiments argilo-glauconieux noirâtres du Portlandien moyen (O).

L. Des sables et des grès, dits de la falaise du Moulin-Hubert, peu

épais (4 à 5 mètres seulement), qui rappellent un peu le massif N et le Portlandien supérieur (P).

J'avais classé ces deux assises (M et L) dans le sous-étage virgulien de l'étage kimméridgien, avec les deux assises suivantes :

K. Argiles et calcaires de la falaise du Moulin-Hubert, à *Ammonites Caletanus*, Oppel *(non A. longispinus)*.

J. Sables et grès de Connincthun.

Viennent ensuite les sous-étages ptérocérien (zone à *A. orthoceras)* et astartien.

L'assise K correspond exactement à la zone à *A. Caletanus* de l'Yonne et de la Haute-Marne, qui est directement recouverte, dans ces contrées, par la zone à *A. gigas* (base du Portlandien inférieur).

L et M n'avaient aucun représentant dans le sous-étage virgulien de l'Yonne et de la Haute-Marne.

En examinant attentivement la faune, très-négligée d'abord, de M, j'ai remarqué qu'avec de nombreuses espèces kimméridgiennes, telles que *Ostrea virgula* et *O. deltoïdea*, elle en contenait d'autres, en plus grand nombre, du Portlandien moyen (O) : je citerai notamment *Cardium Morinicum*, de Lor., *Corbula Bayani*, de Lor., *Perna Bouchardi*, de Lor., *Ostrea Bononiæ*, Sauvg. et Rig. L'*A. gigas* n'y est pas rare. On y trouve aussi d'autres espèces du massif N, surtout dans des lits de grès calcarifères rappelant les sédiments de ce massif. Les espèces communes avec O (Portlandien moyen) se rencontrent, au contraire, dans des bancs argilo-glauconieux.

C'est là un exemple frappant de la récurrence de mêmes formes coïncidant avec le retour de sédiments semblables.

L'assise de sables et de grès sous-jacente (L) ne contient guère que de rares *Ostrea virgula*, différentes, comme celles de M, du type allongé et souvent bilobé de K, et que j'ai depuis longtemps désignées comme une variété portlandienne de l'espèce ; mais, à sa partie supérieure, on rencontre de nombreuses Trigonies du groupe de la *T. gibbosa (T. variegata*, Credner).

Sans entrer dans des détails qui seront mieux à leur place dans ma prochaine *Monographie des étages jurassiques supérieurs du Boulonnais*, je crois devoir, dès maintenant, placer la limite inférieure de l'étage portlandien à la base de l'assise L.

Cet étage et l'étage kimméridgien se trouveront formulés comme l'indique le tableau ci-après, où je mets en regard les assises correspondantes de quelques contrées du bassin anglo-parisien :

ANGLETERRE.			BOULONNAIS.	HAUTE-MARNE.	YONNE.
Purbeckien. *Portland-stone.* *Portland-sand.* KIMMERIDGE — CLAY.	ÉTAGE PORTLANDIEN.	Portlandien supérieur.	P4 Couches à *Astarte socialis.* P3 Couches à *Cardium dissimile.* et Couches littorales à *Cyrènes* P2 Couches d'*Alprech.* P1 Grès à *Cardium.*	Zone à *Cyrena rugosa* et *Corbula inflexa* (Purbeck) (Oolithe vacuolaire).	Manque par suite d'émersion.
		Portlandien moyen.	O. Argiles à *Ostrea expansa.*		
		Portlandien inférieur.	N4 Grès de Ningle. N3 Sables de Terlincthun. N2 Poudingue de Châtillon. N1 Grès du Mont-Lambert. M Schistes de Châtillon. L Grès du Moulin-Hubert.	Zone à *Cyprina Brongniarti.* Zone à *Ammonites gigas (A. portlandicus,* de Lor.).	Zone à *Cyprina Brongniarti.* Zone à *Ammonites gigas (A. portlandicus,* de Lor.).
	ÉTAGE KIMMÉRIDGIEN.	Sous-étage virgulien.	K Argiles et calcaires à *Ammonites Caletanus,* Oppel. J Grès de Conninc-thun.	Zone à *Ammonites Caletanus.*	Zone à *Ammonites Caletanus.*
		Sous-étage pterocérien.	I Argiles et calcaires à *Ammonites orthoceras.* H Argiles et calcaires à *Pholadomya hortulana.*	Zone à *Ammonites orthoceras.*	Zone à *Ammonites orthoceras.*
		Sous-étage astartien.	G Grès de Wirvi-gne. F Oolithe d'Épitre. E Grès à *Trigonia Bronni.* D Argiles à *Ostrea deltoïdea.*	Calcaire à *Astartes.*	Calcaire à *Astartes.*

Nous avons ainsi à Boulogne, sous le Portlandien anglais, un grand massif argilo-calcaire, correspondant au *Kimmeridge-clay,* et dans lequel sont intercalés des *accidents sableux* (N, L, J, G, E).

Le massif du *Kimmeridge-clay* parait descendre au Hâvre et à Rouen plus bas que le Calcaire à Astartes. Un sondage exécuté dans cette dernière ville atteint, d'après M. Lennier, l'*Oxford-clay* sans sortir des argiles. A Honfleur, dans un autre sondage, on n'a rencontré que quelques traces des sables de Glos.

L'étage corallien serait donc là presque entièrement, sinon entièrement, argileux.

Ce même étage contient, dans le Boulonnais, beaucoup d'argiles, et rien n'y rappelle l'oolithe de Châtel-Censoir et de Doulaincourt.

M. de Lapparent croit qu'il est difficile de séparer de l'étage kimméridgien les couches remplies d'*Ostrea virgula* de la falaise de Châtillon (division M de M. Pellat). Il lui paraît préférable de faire commencer l'étage portlandien aux couches N, où l'on remarque des poudingues, indices d'un changement d'étage.

M. Pellat répond que le poudingue dont vient de parler M. de Lapparent est à la partie moyenne de l'assise N et ne commencerait point, en tout cas, l'étage portlandien, puisqu'il repose sur les grès du Mont-Lambert, incontestablement portlandiens. Du reste, délimité suivant sa proposition, l'étage portlandien commence aussi par une assise de sable et de grès, l'assise L.

Quant à l'*Ostrea virgula,* elle est partout très-abondante dans le Portlandien inférieur.

Si l'assise M contient beaucoup d'espèces virguliennes, cela n'a rien de surprenant, puisqu'il s'agit d'un massif argilo-calcaire comme l'assise K. Les espèces virguliennes sont précisément dans les bancs les plus argileux, les espèces portlandiennes dans les couches glauconieuses ou gréseuses.

M. Pellat communique la note suivante :

Sur la présence de **Fossiles** *dans le* **Keuper** *des environs de* **Couches-les-Mines** *(Saône-et-Loire),*

par M. Edm. **Pellat.**

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société des échantillons d'une dolomie calcarifère rosâtre, avec lit soudé de calcaire compacte jaunâtre, et géodes de calcaire spathique cristallisé.

Cette roche doit avoir beaucoup d'analogie avec la « dolomie d'un » rose quelquefois vineux, à cavités remplies de cristaux, et à parties » blanchâtres plus ou moins compactes, » citée par M. Stoppani dans le Keuper d'Esino.

J'ai pu extraire de ces échantillons un certain nombre de fossiles d'une bonne conservation : des Natices (ou genres voisins), des Myophories et une Avicule qui paraît être l'*Avicula exilis* du banc à Acéphales des environs d'Esino.

M. Levallois a depuis longtemps observé dans diverses localités de la Lorraine, à la partie supérieure du Keuper (gypse et dolomie supé-

rieure), très-près du grès infraliasique, au milieu des Marnes irisées les plus versicolores, des bancs d'une dolomie de couleur claire, tirant sur le vert d'eau ou sur le gris, dont l'un contient quelques fossiles.

« Ce banc n'a guère plus de 0m10 d'épaisseur ; il est composé de » deux plaques de différente couleur... L'inférieure est formée par de » la dolomie blanchâtre et compacte, exempte de fossiles ; la supérieure » consiste en un calcaire gris-clair ou gris de fumée, *tout carié*, formé » qu'il est par un agrégat de coquilles... Les vides de la roche sont » remplis de chaux spathique, avec traces de strontiane sulfatée » rose. »

Cette citation, copiée dans l'intéressant mémoire du savant ingénieur sur *les couches de jonction du Trias et du Lias dans la Lorraine et dans la Souabe* (1), se rapporte exactement à la couche que j'ai observée.

La couche dont il s'agit est aussi intercalée à la partie supérieure des Marnes irisées, et elle ne saurait être confondue avec l'étage rhétien, dont elle est, du reste, peu distante.

Elle affleure sur le versant de la montagne de Drevin, que la Société aura l'occasion d'explorer dans sa prochaine session extraordinaire.

M. **Delesse** rappelle qu'il a trouvé un lit de coquilles bivalves dans les Marnes irisées de la Haute-Saône.

Séance du 20 *avril* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JANNETTAZ, *président pour* 1875.

Le **Président** ouvre la séance par l'**allocution** suivante :

Messieurs,

La noble tâche, en même temps que le douloureux privilége, de celui qui a eu l'honneur de présider notre Société pendant une année, est de venir rappeler les pertes toujours trop nombreuses dont nous avons été frappés durant ce court espace de temps, et, en évoquant des noms vénérés, de payer aux absents le légitime tribut de la sympathie que nous avions pour leurs personnes, de l'admiration que nous conservons pour leurs œuvres. C'est qu'en effet, la piété, la sincérité de notre hommage, ne feront jamais défaut à la mémoire de nos confrères.

Depuis un an surtout, la Société a subi des pertes cruelles. Dès le

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXI, p. 384 ; 1864.

mois de janvier 1875 nous arrivait la fatale nouvelle de la mort du doyen des géologues.

D'Omalius d'Halloy venait de s'éteindre au milieu des regrets unanimes; du moins il a pu se dire, comme Horace, longtemps avant sa dernière heure : *non omnis moriar;* il laissait en effet après lui cette remarquable série de mémoires et d'ouvrages que le Conseil de la Société a tenu à honneur d'inscrire en entier dans le *Bulletin*. Pendant près de soixante-dix ans, d'Omalius d'Halloy n'avait pas cessé de contribuer par ses publications, aussi importantes que nombreuses, aux progrès de la minéralogie, de la géologie et de l'ethnographie qui intéresse à juste titre les géologues de nos jours.

Quelques semaines plus tard, nous apprenions la mort de l'un de nos plus grands maîtres, de Sir Charles Lyell, un de ces esprits créateurs qui découvrent à leurs contemporains des voies nouvelles et un plus large horizon. M. Davidson a bien voulu se charger d'écrire une notice sur la vie et sur les œuvres de l'auteur des *Principes de Géologie*.

A la même époque nous était également ravi M. le docteur Le Hir.

Au mois de mai nous perdions M. A. Bedarida, M. Coupery, l'un des plus anciens membres de notre Société, M. l'abbé Berthon et M. l'abbé Docq.

Ce n'était pas assez, Messieurs ; la mort devait nous enlever bientôt notre cher collègue, M. Ed. Collomb, qui a tant fait pour nous pendant sa vie. Je n'ai pas à anticiper sur ce que son éloquent biographe nous racontera de ses observations si fécondes, et de l'habileté, du dévouement, qu'il nous a prodigués dans ses fonctions administratives. Je ne puis me taire cependant sur les services qu'il m'a rendus dans l'intérêt de la Société. Il y a quelques années à peine, lorsque je fus appelé, après lui, aux fonctions de trésorier, il me continua sa coopération bienveillante, et je fus heureux de mettre à profit sa longue expérience et ses conseils si modestement donnés, toujours justes et loyaux.

Cet homme de bien a été suivi de près dans la tombe par un autre de nos collègues qui ne sera non plus jamais oublié. Après avoir conquis, depuis bien des années, l'estime du monde savant, Deshayes venait enfin d'obtenir une position digne de sa science ; il était bien tard, et la vie s'épuisait en lui. Je m'arrête ; car je ne pourrais, ni n'oserais, tracer en quelques lignes l'éloge du célèbre conchyliologiste.

Comment vous redire les mérites de MM. Bauza, Cunisse, Defrance, Henwood, de M. le comte Vitaliano Borromeo, dont nous avons eu encore à déplorer la perte pendant l'année 1875 ?

Je laisserai aussi une voix plus autorisée que la mienne nous parler

des mémorables travaux de M. Ad. Brongniart, et de tout ce que nos sciences doivent à sa famille.

A cette liste déjà trop longue, je ne devrais pas ajouter Charles d'Orbigny, puisque sa mort, comme celle de M. Brongniart, n'appartient pas à l'année dernière ; elle ne date que de quelques semaines. Je ne rappellerai donc ni ses écrits lucides, qui ont rendu si facile à beaucoup l'étude des principes de la science, ni ses découvertes dans le bassin de Paris. Non ; si je pense en ce moment à Charles d'Orbigny, c'est avec l'émotion de la reconnaissance, c'est parce que je crois de mon devoir d'exprimer publiquement mon affectueuse gratitude pour celui qui fut l'un de mes premiers maîtres.

Combien ces souvenirs sont tristes ! Mais quelle douceur secrète vient se mêler à tant d'amertume ! Nous ressentons chaque année une satisfaction intime pendant ces quelques heures consacrées à nos confrères qui ne sont plus. Il nous semble que nous revivions ce peu d'instants avec eux, et qu'ils sortent eux-mêmes de leur long silence, pour nous inspirer, pour nous animer par l'exemple de leur vie si laborieuse, par l'autorité de leur glorieux souvenir.

Dans la séance d'aujourd'hui nous devons même remonter plus haut que jamais dans le passé, pour nous rattacher d'un lien plus étroit à l'un de nos plus regrettés confrères.

Au nom de son mari, madame Viquesnel a fondé, il y a quelques mois, un prix dans notre Société. Le nom de Viquesnel était l'un de ceux que nous pouvions le plus désirer voir attaché à une œuvre aussi généreuse. Beaucoup d'entre nous ont connu et aimé cet homme affable, désintéressé, aussi indulgent pour le tort qu'on lui faisait, que prompt à défendre la vérité lorsque la science était en jeu. Il lui était réservé d'avoir d'Archiac pour panégyriste, et d'Archiac a dit de lui « qu'il avait toujours montré pour la science, comme pour ses amis, un dévouement et une abnégation sans bornes (1) ». Bien que son âme, d'un grand savoir et fortement trempée, soit toujours restée au-dessus des récompenses, Viquesnel n'ignorait pas combien il est utile pour les jeunes savants de trouver de temps à autre un encouragement qui les fortifie.

C'est dans cette pensée que Madame Viquesnel, sa veuve, qui le comprenait si bien, a voulu donner à notre Société l'occasion de faire entendre au jeune savant qu'elle en jugerait le plus digne chaque année, une voix qui le remercie des travaux déjà entrepris, et de lui offrir un encouragement qui l'aide à les continuer.

Ce prix, Messieurs, est un honneur suprême ; car il est décerné par

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXV, p. 527.

tous. Certes, si Viquesnel pouvait paraître au milieu de nous, il nous dirait qu'il n'aurait pas voulu lui-même une meilleure sanction du mérite.

C'est vous, mon cher collègue, M. Munier-Chalmas, que la Société a désigné cette année. Elle vous félicite ainsi d'avoir enrichi nos connaissances sur la Flore fossile, en restaurant au moyen de leurs empreintes les fleurs tertiaires; elle vous remercie de l'étude que vous avez abordée de l'embryogénie d'êtres qui ont cessé d'avoir des représentants sur la terre; elle récompense enfin vos recherches déjà brillantes et pleines de promesses.

Recevez, mon cher collègue, de cette main amie, le prix Viquesnel, qui vous est décerné par la Société géologique de France.

M. de Saporta donne lecture de la note suivante :

Étude sur la vie et les travaux paléontologiques d'Adolphe Brongniart,

par le comte Gaston **de Saporta.**

En essayant de retracer la vie et d'apprécier l'œuvre du savant illustre que la France vient de perdre, j'obéis surtout à un sentiment qui servira d'excuse à ma faiblesse, à celui de la reconnaissance. Pendant plus de vingt ans j'ai entretenu avec Adolphe Brongniart des rapports bientôt resserrés par l'affection, par la bienveillance des conseils et par une direction scientifique, qui ont été à la fois le charme et l'honneur de ma vie. L'isolement où me rejette la mort de celui qui fut mon maître dans toute l'acception du mot, m'est d'autant plus pénible, qu'il ne m'avait épargné aucun témoignage de confiance, jusqu'à remettre entre mes mains ses notes personnelles et de précieux documents, que j'ai encore sous les yeux au moment où j'écris ces lignes. Elles seront écrites sous la dictée du cœur, et c'est lui qui me soutiendra dans une tâche dont l'accomplissement, en dehors de son inspiration, aurait certainement excédé mes forces.

Adolphe BRONGNIART, né à Paris le 14 janvier 1801, était issu d'une famille ancienne et déjà illustre dans les arts comme dans les sciences. Fils d'Alexandre Brongniart, dont le nom se passe de commentaire, et de Cécile-Jeanne Coquebert de Montbret, petit-fils d'Alexandre-Théodore Brongniart, architecte célèbre, il avait pour aïeul maternel le baron Coquebert de Montbret, linguiste, naturaliste et géographe, membre de l'Académie des Sciences de 1816 à 1831. Il réunissait les aptitudes et les traditions confondues de deux familles dont les mem-

bres avaient tour à tour cultivé avec un véritable éclat les sciences et les arts. Si le bisaïeul maternel d'Adolphe Brongniart, Barthélemy Hazon, Intendant général des bâtiments du Roi en 1749, construit l'École militaire, son oncle Ernest Coquebert de Montbret accompagne, en qualité de savant, l'expédition d'Égypte, tandis que deux Brongniart, et surtout Antoine-Louis, frère de l'architecte, honorent l'École de Pharmacie de Paris.

En remontant plus haut dans le passé, c'est à Arras qu'il faudrait chercher le berceau de la famille Brongniart (1), établie certainement à Paris depuis plus d'un siècle, à l'époque de la naissance d'Adolphe.

Son père, alors dans le brillant d'une réputation consacrée depuis par le temps, habitait Sèvres, dont il dirigeait la manufacture renaissante. C'est là que se passa la première enfance d'Adolphe; c'est là qu'il grandit dans un milieu intelligent et distingué, puisant à flots les idées répandues à profusion autour de lui. Après avoir reçu de sa mère les notions les plus élémentaires, rapidement assimilées, il a pour maître son père, qui rédige lui-même les leçons qu'il lui donne, puis son grand-père maternel, et tous deux utilisent pour l'instruire les conversations, les lectures, les promenades; l'enfant écoute et interroge tour à tour; il résume ce qu'il apprend; il accumule, dans un âge encore bien tendre, une foule de faits qui ne sortiront plus de sa mémoire.

Tel est le début; vers dix ans vinrent les études sérieuses. Réuni aux jeunes Odier, ses compagnons de jeu, Adolphe Brongniart eut des professeurs particuliers; puis il vint à Paris suivre les cours de sciences; il fit alors de fortes études, surtout en mathématiques, sans négliger les langues anciennes. La thèse latine qu'il soutint pour obtenir l'agrégation près de la Faculté de Médecine de Paris (2) témoigne de la solidité de ses connaissances, en même temps que de la trempe philosophique de son esprit. Il fut docteur en médecine à 25 ans, et présenta, comme thèse inaugurale, une monographie de la famille des Rhamnées, qui a gardé sa place dans la science. Ce n'est pas qu'Adolphe Brongniart songeât à exercer ni à professer la médecine; il obéissait plutôt à un sentiment de prévoyance, conçu par son père en vue de son avenir. A ce moment déjà, ses recherches sur les plantes fossiles lui avaient fait un nom. Les leçons de son père, l'influence de son aïeul maternel, l'avaient entraîné dans une direction en

(1) On constate l'existence en 1621 d'un *Adrian de Brongniart*, sieur de Bavaincourt, près d'Arras.

(2) *Competitio ad aggregationem. — An diversæ variorum entium organicorum facultates ab organismi differentia pendeant?* 1827.

rapport avec ses vraies aptitudes et qui devait le conduire rapidement à la célébrité.

C'est à cette double tutelle, à la fois aimable et éclairée, qu'Adolphe Brongniart fut évidemment redevable du double penchant dont l'heureuse harmonie devint en lui si féconde. La zoologie et la géologie l'attirèrent d'abord, ainsi que l'atteste un mémoire sur les *Limnadies*, qui date de 1817. Alexandre Brongniart lui ouvrit de bonne heure ce monde nouveau dont il contribuait de jour en jour à reculer les bornes. M. de Montbret, de son côté, lui découvrait les aspects infiniment variés de la nature végétale; c'est par lui qu'il devint botaniste, sans cesser d'être géologue.

Bien avant vingt ans, Adolphe Brongniart accompagnait son père dans ses grandes excursions. En 1817, il parcourt avec lui le Jura et la Suisse. En 1820, il le suit en Italie avec Bertrand-Geslin. En 1822, associé à son futur beau-frère, Victor Audouin, il se dirige vers l'Ouest de la France. Le but de ces expéditions est toujours la géologie ou la botanique. Dès ce moment, Adolphe Brongniart a réuni les éléments de son premier mémoire sur les plantes fossiles; il a étudié celles des environs de Paris. Lui-même a mentionné les encouragements de Cuvier et les conseils de Pyrame de Candolle; mais l'initiative vint de lui seul, et, à partir de cette époque, les travaux se succédèrent presque sans interruption, en même temps que se multipliaient les démarches, les explorations et les voyages.

En 1824, c'est encore avec son père, en compagnie de Berzélius et de Wöhler, qu'il visite la Scandinavie. D'Omalius d'Halloy, Nilsson, Agardh, Wahlenberg, prennent part aux excursions de ce voyage, entrepris essentiellement au point de vue de la paléontologie végétale. Adolphe Brongniart étudie à la fois les collections et les gisements.

En 1825, les Iles Britanniques ont leur tour; il les aborde dans le même but, avec son grand-père de Montbret. Il y voit Robert Brown, Pentland, Edwards. Les notes, les dessins, les objets rapportés en France à la suite de ce voyage, sont de nature à faire ressortir l'activité et la sûreté du jugement d'Adolphe Brongniart, encore si peu avancé en âge.

Il a raconté souvent les obstacles et les facilités qu'il rencontra tour à tour dans cette période de sa vie, où il lui fallut rassembler les documents épars et à peu près inconnus de la flore carbonifère. Il a, du reste, cité avec reconnaissance, dans la préface de son ouvrage principal, les noms des savants, des géologues, des ingénieurs, des directeurs de mines et des simples particuliers qui s'associèrent alors à ses recherches et lui communiquèrent leurs collections. Parmi ces noms, on remarque ceux de Brochant, Cordier, Beudant, Desnoyers, Dufré-

noy, Élie de Beaumont, Boblaye, Constant-Prévost, d'Orbigny, Tournal, Léopold de Buch, Williamson, Buckland, Webster, Lyell, Nilsson, Agardh, Pareto, et tant d'autres, qui ont honoré la science géologique, dont beaucoup ont fait partie de notre Société, et dont les rares survivants doivent être salués avec le respect dû à nos initiateurs et à nos maîtres.

L'année 1828 marque dans la vie d'Adolphe Brongniart. A cette date, non-seulement il inaugure ses plus grands travaux, mais il suit le penchant très-vif de son cœur en épousant mademoiselle Agathe Boitel, jeune personne du plus grand mérite, qui fut le soutien et le charme de son existence. Ce mariage, contracté par l'effet d'une inclination mutuelle qui ne s'est jamais démentie, avec une femme comblée des dons de l'esprit et de la beauté, fut pour Adolphe Brongniart le centre attractif et le vrai mobile de sa vie. Nature d'élite, la meilleure des mères, avec une âme d'artiste qu'elle tenait de son père, Madame Brongniart s'associa, autant qu'il était en elle, aux travaux de son mari, en l'aidant à les poursuivre, et plus tard, on peut le dire, l'altération de sa santé, à partir de 1848, devint chez ce dernier un puissant motif de découragement, jusqu'au moment où la mort de cette compagne aimée, arrivée en 1863, suscita en lui une immense douleur, demeurée depuis toujours vive et poignante. En 1828, au contraire, s'ouvrait devant Adolphe Brongniart une ère glorieuse et féconde, pendant laquelle tout sembla lui sourire.

Il fut nommé en 1831, au Muséum d'Histoire naturelle, aide-naturaliste de Desfontaines, qu'il remplaça en 1833 dans sa chaire de Botanique et en 1834 à l'Institut. Il présida l'Académie des Sciences en 1847. Son temps était alors partagé entre les devoirs de l'enseignement, qu'il remplit toujours avec une fidélité scrupuleuse, la botanique proprement dite et ses travaux de paléontologie végétale, poursuivis avec une ardeur dont le ralentissement ne date que de 1840.

Les voyages nouveaux exécutés à cette époque eurent constamment la science pour mobile et pour but. En 1835, c'est en Hollande et sur les bords du Rhin, par Valenciennes et Anzin, en allant; par Bonn, Eschweiler, Sarrebruck, au retour ; son père l'accompagne ; il trouve à Bruxelles de Jussieu et Ampère ; Quételet, Morren, Dumortier dirigent les excursions. Il est rejoint à Bonn par Audouin et assiste à une réunion scientifique avec Treviramm, Bischof, Nées, Link, Nœggerath, Robert Brown, Horner, etc.... Heureux temps, où tout favorisait de semblables rendez-vous !

En 1836, c'est le tour de l'Allemagne du Sud ; Adolphe Brongniart s'arrête d'abord à Strasbourg, puis il visite Bade et Stuttgart ; à Munich, où son père vient le rejoindre, il voit de Martius ; à Innsbruck, il

rencontre Élie de Beaumont ; il revient par la Suisse, Saint-Étienne et La Ricamarie.

Le voyage de 1844, dans le Midi de la France, vient se souder au précédent, qu'il semble continuer, puisque cette fois Saint-Étienne est choisi comme point de départ. Adolphe Brongniart visite Alais, La Grand-Combe, Decazeville, sans oublier les gisements tertiaires d'Aix et d'Armissan ; à Narbonne, il est reçu par Tournal, son ancien collaborateur.

En 1845 et 1846, deux autres voyages, l'un dans l'Ouest de la France, le second dans les Vosges et l'Alsace, ne ferment pas entièrement pour lui le cycle des explorations successives des principaux bassins houillers et des autres gisements de plantes fossiles. Pour ne rien oublier, il faut encore mentionner une excursion en Belgique, dont la date remonte à 1851, et enfin un dernier voyage à Saint-Étienne, en 1871, ayant trait aux recherches relatives aux graines silicifiées.

Ainsi, Adolphe Brongniart a toujours cherché à observer par lui-même et à voir sur les lieux les faits dont il avait à rendre compte. Non-seulement il acquit une connaissance approfondie des phénomènes qui ont présidé autrefois à la formation des houilles, mais il rassembla de vastes collections, dont il a enrichi le Muséum de Paris, en y joignant celles qui lui appartenaient en propre.

Comme professeur, Adolphe Brongniart avait la clarté, l'élégance, le naturel ; il récitait en s'aidant de notes qu'il avait sous les yeux ; son débit, exempt d'hésitation, manquait peut-être de chaleur ; mais il avait pour lui le charme de l'élocution, toujours au service de la pensée. Il préparait ses cours avec beaucoup de soin, quelquefois plusieurs mois à l'avance, désireux qu'il était de les tenir chaque année au niveau des plus récentes découvertes.

La finesse et la distinction des traits, l'expression du regard, la grâce de l'attitude, la douceur même de la voix, étaient un attrait de plus pour ceux qui venaient écouter les leçons d'Adolphe Brongniart, et ce charme persistait encore chez lui dans la conversation, où il excellait. Il y joignait un sentiment de bonté qui le portait à accueillir les jeunes savants avec indulgence et à les instruire en leur parlant. Je sais par expérience à quel point son entretien était attachant et tout ce que l'on apprenait dans les aimables causeries dont il avait le secret. Cette bonté se reportait sur son entourage ; personne ne fut plus doux vis-à-vis de ses subordonnés et de ses élèves ; personne ne fut moins disposé que lui à leur faire un mystère de ses observations et de ses découvertes ; son désir était plutôt d'en faire profiter la science, et il engageait les autres à publier les siennes propres, dès qu'il se sentait

dans l'impossibilité de le faire. Adolphe Brongniart avait cependant une timidité naturelle qu'il ne surmonta jamais complétement, et qui prenait, vis-à-vis de ceux qui n'avaient pas l'habitude de l'approcher, une apparence de réserve froide ou même de hauteur ; mais tous ceux qui l'ont connu savent combien ce dernier sentiment était étranger à son âme généreuse ; il était peu enclin en réalité à croire au mal chez les autres, cherchant à excuser les torts de ceux dont il avait eu à se plaindre, au lieu de les faire ressortir.

Adolphe Brongniart ne fut pas seulement un grand naturaliste et un professeur distingué ; il occupa encore de hautes positions officielles : il fut inspecteur général de l'Enseignement supérieur pour les Sciences de 1852 à 1872 ; à deux reprises, de 1852 à 1864, et ensuite en 1868, il fut membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique ; il a fait partie, à la même date, du Conseil supérieur de l'Enseignement secondaire spécial. Commandeur de la Légion d'honneur depuis 1864, Chevalier, Officier ou Commandeur de plusieurs ordres étrangers, il était pourtant, on peut le dire, entièrement dénué d'ambition. Ami du calme, de la vie intérieure et surtout de la vie de famille, il n'était heureux, disait-il souvent, que dans son cher laboratoire ou chez lui, auprès de ses livres et au milieu des siens, pour qui il fut un père chéri, après avoir été le meilleur des fils et le plus tendre des époux. Les affections, ainsi que les douleurs de famille, tiennent une grande place dans la vie d'Adolphe Brongniart : en 1847 il perdit son père, l'inspirateur et le confident de ses travaux ; il eut, il est vrai, le bonheur de conserver longtemps sa mère, morte en 1862 dans un âge avancé. Après cette mort et celle de sa femme, Adolphe Brongniart concentra ses affections sur ses enfants, dignes de lui et du nom qu'ils portent, dépositaires de ses meilleures traditions, perpétuant, l'un dans les arts, l'autre dans la science médicale, le double héritage de leur famille. Entouré de soins et d'égards, le vieillard se sentait renaître dans ses petits-enfants, et surtout dans l'un d'eux, Charles Brongniart, dont il suivait avec une joie profonde le goût naissant pour les sciences naturelles et les jeunes essais paléontologiques, déjà sérieux et dignes d'encouragement (1).

Adolphe Brongniart a eu beaucoup d'amis. Non-seulement il a fréquenté la plupart des hommes de science illustres qui honorèrent la France dans la première moitié de ce siècle, mais il a été lié intimement avec plusieurs d'entre eux, ainsi qu'avec des savants étrangers.

(1) Charles Brongniart préparait sous les yeux de son aïeul, au moment de la mort de celui-ci, une *Note sur un nouveau genre d'Entomostracés fossiles, provenant du terrain carbonifère de Saint-Étienne*, qui vient d'être présentée à l'Académie des Sciences (28 février 1876) et insérée dans les *Comptes-rendus*.

Parmi ces derniers je mentionnerai seulement Berzélius, Robert Brown, Quételet, Nilsson. En France, Richard, Adrien de Jussieu, Victor Audouin, qui avait épousé sa plus jeune sœur, eurent une grande part à son affection. Je ne saurais passer sous silence à ce même titre M. Dumas, le célèbre chimiste, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, son autre beau-frère et son ami dès 1820, ni M. Henri Milne-Edwards, ni M. Decaisne, ses collègues au Muséum. La liaison de ce dernier avec Adolphe Brongniart les honorait tous deux ; elle remontait à 1825, sans que rien ne l'eût jamais altérée.

Si les affections de Brongniart étaient vives et durables, ses habitudes étaient retirées et studieuses. Assidu au laboratoire pendant le jour, aux séances hebdomadaires de l'Académie des Sciences et à celles de diverses sociétés, dont plusieurs l'ont eu pour président, il travaillait encore le soir et souvent jusqu'à une heure avancée de la nuit. Il préférait le séjour de Paris à celui de la campagne, et cependant il passait chaque année les mois d'août et de septembre dans une habitation créée par son père, près de Gisors (Eure), à Bezu-Saint-Éloi, et qu'il s'était plu à embellir par des plantations d'arbres rares. Il vivait là, comme à Paris, avec celui de ses fils, Édouard Brongniart, qui ne l'avait jamais quitté, et sa belle-fille, dont les qualités aimables étaient appréciées de lui, comme elles le sont de tous ceux qui l'ont approchée. Adolphe Brongniart était heureux de pouvoir attirer quelques amis botanistes dans cette retraite. Le concours de son jeune collègue, M. Ed. Bureau, d'abord son aide-naturaliste, lui était devenu précieux ; il trouvait en lui, en M. Cornu, en M. Poisson et en M. Renault, une affection et un dévouement qui ont contribué certainement au bonheur de ses dernières années. C'est aussi de ses dernières années que datent ses relations avec M. Grand'Eury, dont les travaux, inspirés par lui, ranimèrent son goût pour l'étude des plantes fossiles. Ce fut l'origine de ses recherches sur les graines silicifiées du bassin de Saint-Étienne, poursuivies avec une ardeur toute juvénile. Cette ardeur aurait pu être le présage d'un avenir encore prolongé, si son excès même et l'usage immodéré du microscope n'avaient fait concevoir pour sa santé des craintes trop rapidement, hélas ! justifiées.

Cette carrière consacrée tout entière à la science aurait été sereine jusqu'à la fin, si l'âme élevée et le naturel concentré d'Adolphe Brongniart ne l'avaient disposé à ressentir très-vivement les récents malheurs de la France. C'est à la suite du siége de Paris et de tous nos désastres que les premières atteintes du mal vinrent le frapper. Il lutta pourtant, il eut la force de se réfugier dans l'étude et d'y retremper son talent. C'est là et au milieu des siens que la mort est venu le chercher,

une mort imprévue et relativement douce, une mort bien amère si l'on songe qu'elle laisse, dans sa famille et dans notre Société, qui comptait Brongniart au nombre de ses membres les plus anciens, de profonds regrets, et dans la France un vide difficile à combler, à moins que l'on ne s'efforce de l'amoindrir, en s'attachant à suivre ses traces.

Je viens de donner une faible esquisse de l'homme privé, de son caractère et de ses habitudes, des événements de sa vie si calme, si bien équilibrée, si remplie par les affections de famille ; ma tâche cependant commence à peine ; il est temps d'en aborder la partie la plus difficile, je veux dire l'appréciation de l'œuvre scientifique d'Adolphe Brongniart. Le sillon tracé par lui, à travers une vie longue et presque toujours laborieuse, a été large et profond, ou plutôt c'est un double sillon qu'il a su creuser dans des directions, non pas divergentes, mais parallèles, tantôt divisant ses efforts, tantôt les combinant de façon à produire les plus féconds résultats. Génie souple et lumineux, plein de ressources et de finesse, observateur habile et sûr, atteignant le but qu'il se proposait, sinon d'un seul bond, du moins à l'aide de tentatives répétées, par une marche continue et progressive, Adolphe Brongniart nous a donné le droit de le réclamer tout entier, puisque sa méthode et ses idées, l'instrument de sa pensée aussi bien que sa pensée elle-même, étaient français, dans la meilleure acception du mot. L'obscurité des théories, les conséquences forcées, ce qui était paradoxal ou seulement imparfait, lui répugnaient par-dessus tout ; il s'excitait lui-même au doute et y poussait les autres, dès qu'il s'agissait d'opinions qui n'étaient que vraisemblables, sachant combien d'erreurs se cachent sous une apparence illusoire. Bien des fois l'événement est venu justifier à bref délai des réserves taxées de timidité par ceux qui ne possédaient pas au même degré que lui l'instinct d'une vue supérieure. Quoiqu'il ait été accusé de manquer d'élan et d'énergie, d'être, pour ainsi dire, trop artiste en science, trop amateur d'une sorte de dilettantisme qui l'aurait porté à ne confier qu'à l'intimité seule les idées qu'il jugeait trop hardies pour être livrées au public, cependant, il faut bien le dire, en Botanique comme en Paléontologie, Adolphe Brongniart a su associer son nom à la plupart des découvertes brillantes, des théories neuves et fécondes, qui ont agrandi de notre temps le cercle des connaissances dans le domaine de la Botanique descriptive, de l'Anatomie et de la Physiologie végétales.

Le plan que j'ai adopté m'interdit, il est vrai, d'avancer dans cette direction ; je dois m'arrêter, par respect même pour une pareille mémoire, et réserver mes forces et le temps dont je dispose au côté paléontologique de l'œuvre d'Adolphe Brongniart. Ce que j'omets, loin de le diminuer à vos yeux, est, au contraire, de nature à le grandir, puis-

qu'une seule moitié de son œuvre aurait suffi à l'illustration d'une vie ordinaire, de sorte qu'en dédoublant le savant, nous ne ferons que mettre en évidence celle des deux sciences qu'il a cultivée, non pas avec le plus de constance, mais avec le plus d'éclat, en y faisant paraître un esprit vraiment créateur.

Avant de laisser le botaniste, je ne puis cependant m'empêcher de vous dire qu'Adolphe Brongniart n'a pas seulement publié des monographies (1), de grandes flores descriptives; il a encore esquissé à grands traits une classification générale des familles, remarquable par son originalité (2). Ses recherches sur la structure anatomique et les fonctions des feuilles, sur l'origine et la nature de l'ovule, sont demeurées célèbres et décisives sur bien des points. Enfin, par ses observations sur la formation et la marche du tube pollinique, il a éclairé, un des premiers, le mécanisme de la fécondation dans les végétaux phanérogames.

Ce sont là des points lumineux de sa carrière de savant, ceux dont la saillie attire immédiatement le regard. D'autres se rattachent de plus près à la Botanique fossile, comme son ardeur à adopter et à définir, après Robert Brown, la classe des Gymnospermes, opinion si bien justifiée depuis lors par l'étude des plantes anciennes. Les *Recherches sur l'organisation des tiges des Cycadées* (3) appartiennent au même ordre d'idées, et, quand on voit le soin avec lequel Adolphe Brongniart, dans ses premiers travaux, a toujours fait concorder l'étude de la structure des végétaux vivants avec celle des végétaux fossiles qu'il cherchait à déterminer, on est bien forcé de reconnaître combien les notions approfondies qu'il sut acquérir en morphologie, en organographie et en anatomie, lui furent d'un puissant secours. On ne saurait dès lors le blâmer de n'avoir jamais cessé d'être botaniste, tout en devenant paléontologue; l'une des deux sciences lui fournissait l'appui indispensable dont il se servait pour établir et faire marcher la seconde. Mais, si Adolphe Brongniart puisait en lui-même les notions botaniques dont il avait besoin, il trouvait à ses côtés, dans son père, une source non moins abondante d'observations et de documents, dont il sut de bonne heure apprécier la valeur, avec une supériorité de jugement qui dépassait de beaucoup la mesure ordinaire des esprits d'alors. Pour s'en convaincre, on n'a qu'à consulter le livre de d'Archiac, en se reportant à 1820, et l'on s'étonnera des principes vagues, conçus en dehors des faits, d'après lesquels se dirigeait encore

(1) *Mémoire sur la famille des Rhamnées ;* 1826. *Mémoire sur la famille des Bruniacées* ; 1826.

(2) *Énumération des genres de plantes cultivés au Muséum d'Histoire naturelle de Paris ;* 1850.

(3) *Ann. des Sc. nat.*, t. XVI; 1829.

Cuvier, compagnon d'Alexandre Brongniart, dépassant celui-ci en vigueur de génie, mais ne le comprenant pas ou dédaignant de le comprendre au point de vue de la stratigraphie générale et de la notion du temps exigé par la succession des périodes géologiques.

C'est effectivement vers 1820 que se placent les premières tentatives sérieuses d'Adolphe Brongniart, alors âgé de 19 ans, pour opérer le classement et la détermination des plantes fossiles que l'on commençait à recueillir de tous côtés. Il y fut porté, à ce qu'il assure lui-même, par les encouragements de Cuvier, par les conseils d'Aug.-Pyrame de Candolle pour la botanique, et de son père pour la géologie. Mais, si l'on veut se faire une idée juste de la révolution accomplie alors par le jeune Brongniart, de l'impulsion subite que reçut de lui la Paléophytologie, et de la façon dont il fonda cette science, en assurant son avenir, il est indispensable de tracer un tableau rapide de l'état où elle était immédiatement avant lui.

On ne croyait plus, il est vrai, que les impressions de plantes ne fussent que des apparences sans réalité et des jeux de la nature. Depuis longtemps, de Jussieu et, après lui, Buffon avaient signalé de véritables Fougères dans les empreintes des houillères, sans pouvoir encore déterminer de différences entre ces espèces et celles des Indes, dont la présence en Europe était attribuée généralement à un apport lointain.

Steinhauer aux États-Unis, en 1818 (1), Parkinson en Angleterre (1804-1811) (2), Schlotheim en Allemagne, de 1804 à 1820 (3), donnent la mesure des connaissances paléophytologiques du temps qui vit entrer en scène le jeune Adolphe Brongniart.

Sans doute, les espèces fossiles commencent à être figurées et décrites avec plus d'exactitude. Plusieurs d'entre elles ont déjà reçu leur état civil : ainsi, le nom de *Calamites*, proposé en 1784 par Suckow, est appliqué par Schlotheim dans le même sens que de nos jours; cet auteur inscrit des *Lycopodiolithes*, des *Filicites*, des *Palmacites*, des *Poacites*, et désigne un certain nombre de formes comprises dans ces genres par des dénominations spécifiques restées depuis dans la science. Il en est de même de Steinhauer et de Parkinson, aux yeux desquels cependant les anciens termes, à la fois vagues et impropres, conservent toute leur valeur ou ne cèdent la place qu'à d'autres sans plus de signification. Ce qui manque dans tous ces essais, c'est une portée d'esprit décisive, allant au-delà de chaque fait isolé pour découvrir le lien général qui l'unit aux autres et pour placer dans leur véritable jour les flores éteintes et les types qui les composent. Il est juste de le recon-

(1) *On fossil reliquia of unknow Vegetabiles in Coal strata;* Philadelphie, 1818.
(2) *Organic remains of a former World;* Londres, 1804-11.
(3) *Flora der Vorwelt,* I Abth.; 1804. — *Nachträge z. Petrefactenkunde;* 1820-22.

naître, un tableau parfait ne saurait être exécuté en une fois ; les traits de détail ne pouvaient être saisis dès l'abord ; les erreurs partielles étaient, pour ainsi dire, inévitables ; mais le succès appartient légitimement à celui dont la main ferme et le regard pénétrant surent, à travers tant d'obscurité, découvrir les lignes principales du cadre et arrêter les proportions de l'ensemble.

C'est à Adolphe Brongniart que revient cette gloire, et personne n'aurait songé à la lui disputer, si, au moment où il préparait son premier mémoire, le comte Sternberg n'avait fait paraître à Prague, en 1820 et 1821, les deux premières livraisons de son *Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung des Flora der Vorwelt (Essai d'un exposé géognostico-botanique de la Flore du Monde primitif)*, ouvrage demeuré justement célèbre, autant par la hardiesse de l'entreprise que par la grandeur du format et la beauté des planches. Il méritait encore l'attention dont il fut immédiatement l'objet par une certaine supériorité de vues. La classification dont Sternberg exposa les bases telles qu'il les concevait, bien que remplie de lacunes, dépassait en valeur ce qui avait été fait jusqu'alors. Les genres principaux de Sternberg, généralement destinés à encadrer les plantes des houilles, étaient fondés, selon l'expression même de Brongniart, sur des caractères parfaitement tranchés, en sorte que plusieurs d'entre eux coïncidaient avec ceux que l'auteur français avait conçus de son côté, comme les *Lepidodendron (ex parte)*, Sternb., et les *Sagenaria*, Brongn., les *Variolaria*, Sternb., et les *Stigmaria*, Brongn., les *Lycopodiolithes*, (Schloth.) Sternb., et les *Lycopodites*, Brongn., etc. Mais on dépasse le but lorsqu'au moyen de ces coïncidences on conclut à l'égalité de l'œuvre respective des deux savants. Celle de Sternberg manquait d'ensemble ; elle était confuse, pleine de disparates ; elle distribuait sans mesure et sans ordre les éléments des anciennes flores. En elle-même elle constituait un progrès, mais un progrès relatif seulement, et ce qui le prouve mieux que tout, c'est l'empressement que mit Sternberg à amalgamer les idées de Brongniart avec les siennes et à adopter, on ne peut que l'en louer, la plupart des coupes génériques créées par le savant français, pour les faire entrer dans son *Esquisse* d'une classification générale *de la Flore primordiale (Tentamen Floræ primordialis)*, dont l'infériorité saute aux yeux lorsqu'on la compare à celle du *Prodrome*, qui ne lui est pourtant postérieure que de trois ans.

Le travail d'Adolphe Brongniart parut en 1822 dans le tome VIII des *Mémoires du Muséum ;* il est intitulé : *Sur la classification et la distribution des Végétaux fossiles en général, et sur ceux du terrain de sédiment supérieur en particulier*. Il est précédé d'une courte intro-

duction et divisé en trois parties ou chapitres, dont le premier est consacré à un exposé des bases de classification adoptées par l'auteur, le second comprend la description d'un certain nombre d'espèces tertiaires, et le dernier traite des caractères différentiels de la végétation aux trois grandes époques qui semblent se partager l'histoire du Globe : celle des houilles, celle des terrains de sédiment moyens ou secondaires et enfin l'époque tertiaire.

Trois idées fondamentales, développées par l'auteur, méritent d'être signalées en première ligne, parce que d'elles, en effet, dépendent tous les progrès qui suivirent.

La première est qu'une classification des plantes fossiles, pour répondre à son objet, doit nécessairement être artificielle, et que, loin de poursuivre une assimilation directe et des rapprochements souvent chimériques, il vaut mieux s'attacher aux caractères extérieurs et visibles et les utiliser pour réunir dans des genres provisoires les tiges, les feuilles, les fruits, décrits séparément, toutes les fois que ces organes ne sont pas en connexion directe. Ce premier principe, fécond par lui-même, n'a pas cessé de l'être ; il doit être encore maintenu, dans tous les cas où l'évidence ne permet pas de le laisser de côté, et des erreurs graves sont nées, pour ainsi dire, d'elles-mêmes, dès qu'on a voulu s'en écarter. Au contraire, l'application d'une idée aussi juste conduisit immédiatement Adolphe Brongniart à d'excellents résultats. Grâce à son tact scientifique, faculté pour ainsi dire innée chez lui, les coupes qu'il proposa se trouvèrent si bien conçues que, tout en paraissant reposer sur des bases conventionnelles, la plupart exprimèrent en réalité des rapports vrais, non-seulement entre les espèces anciennes ainsi distribuées, mais entre ces plantes et celles de nos jours.

C'est en suivant cette voie que les *Calamites* furent comparés aux *Equisetum*, les *Sagenaria* ou *Lepidodendron* rapprochés des Lycopodiacées, les *Palmacites* composés uniquement de Palmiers, et que les *Poacites* dûrent comprendre, comme ils le font encore, toutes les feuilles graminiformes. C'est par là enfin que les Sigillariées, les *Sphenophyllites* et les *Asterophyllites* se trouvèrent délimités comme ils n'ont cessé de l'être depuis lors. En même temps, le groupe des Fucoïdes se trouva fondé pour réunir toutes les empreintes assimilées à la famille des Algues, de même que les *Culmites* devaient comprendre toutes les tiges noueuses et articulées en forme de rhizomes, analogues à celles des Monocotylédones en général, et les *Lycopodites* les empreintes comparables aux Lycopodes vivants, analogie à propos de laquelle Adolphe Brongniart exprimait, du reste, des doutes plus tard parfaitement justifiés. Je ne parle pas des *Phyllites* ou feuilles de Dicotylédones, des *Antholithes* et des *Carpolithes*, qui ne pouvaient être de

vrais genres, mais seulement des cadres essentiellement provisoires destinés à comprendre les feuilles, les fleurs et les fruits fossiles non susceptibles d'une détermination précise immédiate. On sait qu'il existe encore beaucoup d'empreintes qui se rangent forcément dans l'une ou l'autre de ces trois catégories.

Mais l'innovation la plus heureuse fut la subdivision du groupe immense des *Filicites* ou Fougères fossiles, en cinq sections, sous les noms fort bien choisis de : *Glossopteris, Sphenopteris, Neuropteris, Pecopteris* et *Odontopteris*. Les caractères de chacun de ces sous-genres, bien qu'artificiels en apparence et basés uniquement sur la disposition des nervures, se sont trouvés correspondre à des affinités réelles, puisque les découvertes postérieures n'ont rien changé à ces groupes et à ceux qui vinrent s'adjoindre à eux peu après. Ils ont seulement grandi outre mesure par la multiplicité des espèces, en sorte que les sous-genres originaires, acceptés bientôt comme des genres proprement dits, se changèrent peu à peu en tribus ou même en familles, partagées elles-mêmes en plusieurs sections. C'est dans ce sens que M. Schimper, après Gœppert et Unger, a appliqué les noms de Sphénoptéridées, Neuroptéridées, Pécoptéridées, à trois ordres entre lesquels il distribue l'ensemble des Fougères paléozoïques.

En établissant ces dénominations, Adolphe Brongniart repoussait toute assimilation générique des Fougères primitives avec celles de nos jours, et en cela l'avenir a prouvé qu'il avait vu juste, puisque les tentatives répétées de plusieurs savants étrangers, depuis Gœppert jusqu'à M. d'Ettingshausen, pour retrouver nos genres actuels parmi ceux des plus anciennes Fougères, ont toujours échoué jusqu'ici.

Mais, en se prononçant dès l'origine en faveur d'une opinion qui aurait pu passer pour paradoxale et qui n'était en fait que l'énonciation de la vérité, de même qu'en proclamant l'absence des Palmiers au sein des houilles, et en repoussant, comme improbable, tout rapprochement des végétaux de ce premier âge avec les Dicotylédones, Adolphe Brongniart ne s'attaquait pas seulement à des préjugés enracinés ; il posait encore un grand principe, ignoré ou à peine entrevu avant lui. Ce principe, qui représente la deuxième des trois idées fondamentales que l'auteur français avait en vue, est celui d'une marche déterminée et d'un développement graduel de la végétation de notre globe, au moyen d'époques successives, chacune d'elles possédant des types spéciaux et une ordonnance qui lui serait propre, en sorte que toutes les classes dont le règne des plantes est actuellement composé n'auraient pas coexisté dès le commencement, et même, en admettant cette coexistence pour certaines d'entre elles, n'auraient compris

tout d'abord ni les mêmes genres, ni surtout les mêmes formes que maintenant.

C'est par suite de cette idée, qui, malgré les fluctuations de théories et d'écoles, demeurera éternellement vraie, qu'Adolphe Brongniart a été amené à assimiler les Calamites et les Lépidodendrées avec les Prêles et les Lycopodes, tout en remarquant entre les premiers et les derniers de ces végétaux des différences assez notables pour exclure toute pensée d'identification absolue des uns avec les autres. C'est par là encore qu'il a admis, dès le premier moment, l'hypothèse de végétaux arborescents de la classe des Cryptogames vasculaires, comparables aux plantes actuelles de cette catégorie, mais distincts par la taille et par la structure, en sorte que la nature vivante, sauf certaines Fougères, ne nous offrirait plus qu'une image affaiblie de ce que furent ces premiers organismes. Enfin, c'est toujours par là que Brongniart n'a jamais cru, ou du moins a très-peu cru, aux Palmiers, aux Dragonniers, aux Casuarinées, aux prétendues Euphorbes et Cactées, dont la présence au sein des houilles a été si longtemps l'objet d'assertions aussi fausses qu'obstinées à se produire.

C'est en combattant le fantastique et le faux, que Brongniart avait déchiré le voile et entrevu la réalité avec tant de force, que le tableau qu'il trace de la flore carbonifère, dans son premier mémoire, est encore, après plus de cinquante ans, plein de mouvement et de vie. Après cette grande époque des houilles, les types de végétaux qui y avaient tenu le premier rôle ont certainement disparu. Plus tard on n'en retrouve plus aucune trace, et l'on observe d'autres végétaux, distincts des précédents, au milieu desquels se montrent les vestiges des plus anciennes Dicotylédones, jusqu'à ce qu'enfin l'âge tertiaire, très-bien défini sous le nom de *terrain de sédiment supérieur*, laisse voir une nouvelle flore, avec des Palmiers, des Monocotylédones aquatiques, des Nymphéacées, des Graminées, des Juglandées, des Chara, des Pins. Dans cet âge, l'Europe possède des genres identiques avec ceux de nos jours; mais, outre que ces genres ne sont pas tous demeurés européens, les espèces paraissent différentes de celles qui vivent sous nos yeux, en sorte que la végétation de cette dernière époque ne saurait se confondre avec celle de l'Europe contemporaine. Telles sont en résumé les notions du mémoire d'Adolphe Brongniart sur les vicissitudes de la flore terrestre, et ces notions, fort justes par elles-mêmes, reposent sur des documents dont la pauvreté contrastait alors avec la richesse des idées de l'auteur.

La troisième des idées fondamentales sur lesquelles il se base, n'est pas moins indispensable, et pourtant jusqu'à lui personne n'avait songé à l'invoquer et à faire concorder les notions stratigraphiques

avec les notions botaniques, pour décrire sûrement les plantes fossiles. Sternberg lui-même ne semble pas attacher une grande importance à la différence des temps et à l'ordre de superposition des étages; il distingue pourtant la formation des houilles de celle des lignites. Mais le premier mémoire d'Adolphe Brongniart, écrit sans nul doute sous l'influence de son père, précise soigneusement les grandes lignes des principales assises géologiques : le terrain de sédiment supérieur ou tertiaire, tel que nous le connaissons, commençant avec l'argile plastique; les terrains de sédiment moyen et inférieur, c'est-à-dire la Craie, le Jura, le Trias; enfin les formations de houille et d'anthracite, cette dernière correspondant au terrain anthracitique des Alpes, objet de tant de controverses inutiles, et que Brongniart, dès cette époque, déclarait ne pas différer par ses espèces végétales du terrain carbonifère proprement dit. L'immense série qui comprend le Trias, le Lias, l'Oolithe et la Craie, n'avait encore fourni que très-peu de fossiles à Adolphe Brongniart; la stratification de ces étages était même loin d'être encore bien connue, et certaines erreurs qu'on pourrait relever ne sont que le résultat des observations encore imparfaites; elles sont imputables au temps et non pas à l'homme; elles furent du reste promptement corrigées par lui.

Effectivement, dans la période qui s'étend entre la publication de son premier mémoire et celle du *Prodrome*, période de six années pendant lesquelles la paléophytologie se trouve assise sur des bases définitives, Adolphe Brongniart ne cesse de compléter les notions qui doivent cimenter l'édifice. Chacun de ses nouveaux mémoires, la plupart fort courts, marque cependant un progrès, et tous ses efforts tendent à combler les lacunes de ses travaux antérieurs, en essayant des explorations de divers côtés.

A cette période appartiennent les *Observations sur les Fucoïdes* (1) et celles *sur quelques Végétaux fossiles du terrain houiller, et sur leurs rapports avec les Végétaux vivants* (2), qui rectifient si heureusement les notions sur la structure des Sigillariées, en démontrant que les *Syringodendron*, au lieu de constituer un genre, représentent seulement la surface interne décortiquée des tiges de Sigillaires. Les Sigillaires passaient alors, aux yeux d'Adolphe Brongniart, pour des troncs de Fougères arborescentes, dont il ne désespérait pas de rencontrer les analogues vivants, à une époque où un petit nombre de fragments recueillis par les voyageurs étaient les seuls objets de comparaison dont il fut possible de disposer. Au commencement du siècle, et jusque dans

(1) *Mémoires de la Société d'Hist. nat. de Paris*, t. I ; 1823.
(2) *Ann. des Sc. nat.*, t. IV ; 1825.

un temps relativement récent, la pénurie des collections était extrême; elle constituait à elle seule un obstacle dont il faut tenir compte pour apprécier à leur valeur les travaux de celui qui appliqua le premier une méthode rigoureuse à la détermination des plantes fossiles.

Les mêmes réflexions auraient leur raison d'être à propos des Cycadées, et j'ai entendu raconter à Adolphe Brongniart la peine qu'il eut à se procurer le premier tronc de *Cycas* dont il décrivit l'organisation anatomique, auparavant inconnue, dans un mémoire publié en 1829 (1).

Il faut rapporter à la même période les *Observations sur les Végétaux fossiles des Grès de Hoer en Scanie* et la *Note sur les Végétaux fossiles de l'Oolithe à Fougères de Mamers* (2). Par ces deux mémoires les connaissances relatives à la flore des terrains secondaires, jusqu'alors presque nulles, commencèrent à s'étendre et à se placer dans leur véritable jour. Dans le premier, le type caractéristique des *Clathropteris* fut signalé sous le nom de *Filicites meniscioïdes;* les genres *Nilssonia* et *Pterophyllum* se trouvèrent définis et rattachés à la famille des Cycadées; les *Tœniopteris* eux-mêmes furent entrevus, bien que d'une manière encore vague et d'après des fragments incomplets. Dans le second mémoire, Adolphe Brongniart signala les *Otozamites,* qu'il devait plus tard définir plus exactement; il décrivit aussi, sous le nom de *Mamillaria,* le plus ancien et le plus singulier des *Brachyphyllum;* cette dernière dénomination générique, si heureusement choisie, ne fut introduite qu'un peu plus tard dans la nomenclature, et rattachée, non sans quelque doute, aux Conifères.

Contre toute vraisemblance, en effet, il fallut du temps et des tâtonnements avant de reconnaître la présence des Conifères dans les couches du terrain secondaire.

Dès 1828 cependant, Adolphe Brongniart, dans son *Essai d'une Flore du Grès bigarré des Vosges* (3), eut le mérite de découvrir, à côté des *Thuyites* jurassiques, récemment signalés par Sternberg, le genre triasique des *Voltzia.* Si les *Sequoia,* déjà observés à l'état fossile à cette époque, furent appelés *Taxites (T. Tournali,* Brongn., *T. Langsdorfi,* Brongn.), il faut surtout l'attribuer à cette circonstance singulière que le genre vivant californien n'avait point encore été découvert. L'un de ces futurs *Sequoia,* le *Taxites Tournali,* remonte à cette même année 1828, où le génie d'Adolphe Brongniart déploya tant d'activité. La présence de cette espèce caractérise la célèbre localité d'Armissan, près de Nar-

(1) *Recherches sur l'organisation des tiges des Cycadées (Ann. des Sc nat.,* t. XVI); 1829.

(2) *Ann. des Sc. nat.,* t. IV; 1825.

(3) *Ann. des Sc. nat.,* t. XV; 1828.

bonne, à laquelle fut consacrée une notice insérée dans les *Annales des Sciences naturelles* (1). La végétation du Tertiaire moyen-inférieur ou terrain *lacustre paléothérien* se trouva éclairée d'un nouveau jour, comme venait de l'être celle des terrains secondaires, et pour la première fois la présence des Mousses, des Smilacées, des genres *Betula* et *Comptonia*, dont le rôle a été si considérable en Europe dès la fin de l'Éocène, se trouva attestée par des indices dont la légitimité n'a été depuis contestée par personne.

Toutes ces notices furent condensées et lumineusement ordonnées dans le *Prodrome d'une Histoire des Végétaux fossiles*, petit volume publié en 1828, qui donne la mesure exacte du talent d'Adolphe Brongniart, parvenu à sa maturité à un âge où d'autres commencent à peine à trouver leur voie. Pour se rendre compte du chemin parcouru par l'auteur dans un espace de six années, on n'a qu'à comparer le *Prodrome* aux premiers fascicules de l'ouvrage de Sternberg. On peut dire que le chaos a disparu pour faire place à une exposition raisonnée des phénomènes phytologiques anciens, à une discussion équitable des caractères au moyen desquels les familles végétales peuvent nous faire connaître leur présence à l'état fossile et l'ordre de succession probable qui a présidé à leur apparition, ainsi qu'à leur développement. Comme il n'ignore pas l'existence de nombreuses lacunes, Adolphe Brongniart ne se hâte pas de conclure ; il sait douter et attendre ; c'est là pour lui un avantage qu'auront toujours à lui envier les esprits moins élevés et par cela même trop hâtifs, enclins à confondre leurs hypothèses avec la certitude et la réalité.

Dans les conclusions de ce premier ouvrage d'ensemble, dont le cadre mobile est destiné à s'ouvrir plusieurs fois devant les découvertes qu'il prépare, le savant français trace pourtant, avec fermeté, de grandes lignes. Il admet quatre périodes principales de végétation, correspondant au temps des houilles, au Trias, au Jura et à la Craie réunis, enfin au Tertiaire. Du reste, il ajoute, avec beaucoup de sens : « Ces diverses périodes ne sont que des abstractions, puisque les êtres qui vivaient pendant leur durée n'ont pas toujours conservé exactement les mêmes caractères depuis le commencement jusqu'à la fin..... Mais ce sont des abstractions analogues à celle qu'on a été obligé d'établir lorsqu'on a voulu considérer la distribution des végétaux à la surface du globe, et qu'on l'a divisée en régions plus ou moins étendues (2). »

Le *Prodrome*, dans la pensée d'Adolphe Brongniart, n'était que

(1) *Notice sur les plantes fossiles d'Armissan, près de Narbonne* (*Ann. des Sc. nat.*, t. XV) ; 1828.

(2) *Prodrome*, p. 219 et 220.

l'annonce et le tableau résumé d'un grand ouvrage dont il fit paraître en même temps les deux premières livraisons, et qu'il intitula : *Histoire des Végétaux fossiles ou Recherches botaniques et géologiques sur les Végétaux renfermés dans les diverses couches du Globe.* Cet ouvrage, publié sous les auspices de Cuvier, dans un format in-4°, accompagné d'un atlas de planches exécutées avec le plus grand soin, devait originairement comprendre deux volumes, en 12 ou 15 livraisons. Les livraisons primitivement annoncées parurent effectivement à des intervalles assez réguliers jusqu'en 1837, année où commença le tome second, dont il existe trois livraisons, ou quatre, si l'on veut, la 16e déjà presque achevée étant demeurée inédite entre les mains de l'auteur. On a souvent déploré l'abandon d'un monument de cette importance ; on a été jusqu'à accuser Adolphe Brongniart d'indolence, ou bien encore on a voulu expliquer par quelque circonstance particulière le délaissement de l'*Histoire des Végétaux fossiles.* Il n'est pas impossible que le transport et l'arrangement des collections du Muséum dans la nouvelle galerie en aient été la cause indirecte, ainsi que l'affirme un avis de l'éditeur postérieur à la 15e livraison ; mais cet avis prouve en même temps qu'Adolphe Brongniart, frappé de la multiplicité croissante des documents, avait modifié son dessein, puisque l'ouvrage devait alors comprendre trois volumes. Ce nombre, il est vrai, n'aurait pas suffi ; il aurait dû promptement être porté à cinq, puis à dix, et finalement à vingt, sans que l'on eût la certitude de mener à bien une pareille entreprise.

La véritable raison de cette interruption à peu près inévitable doit être cherchée, non-seulement dans l'immensité du plan, mais encore dans les tendances d'esprit de l'auteur de ce plan. Aucune impatience de renommée à tout prix ne poussait Adolphe Brongniart, arrivé de très-bonne heure, par un mérite précoce rehaussé de l'éclat du nom qu'il portait, aux positions les plus enviées, au Muséum comme à l'Académie des Sciences. Ami des recherches longtemps prolongées, provoquant les perfectionnements, loin de reculer devant leurs conséquences, il vit bientôt, plus vite qu'il ne l'avait pensé et peut-être qu'il ne l'aurait souhaité, s'élargir le cadre de la science fondée par lui. La flore tertiaire, qui n'avait été d'abord qu'un faible accessoire, tendait à devenir un élément principal. Dès lors, que faire de cette multitude de *Phyllites* et de *Carpolithes* des terrains récents? Fallait-il imiter ceux qui se précipitèrent vers des solutions sans mesure, accumulant le vrai et le douteux, l'incertain et le probable, traînant après eux une sorte de rocher de Sisyphe, toujours prêt à s'échapper de leurs mains? Ce labeur obstiné, plein d'obscurité et de hardiesse, semé d'écueils, mais conduisant à d'incessantes découvertes, c'est celui que j'ai assumé,

en compagnie d'une foule de savants étrangers. Il n'existe réellement pas d'autre voie en Botanique fossile pour parvenir à la vérité, dès que l'on s'écarte des terrains les plus anciens. Mais cette voie, il faut le dire, Adolphe Brongniart ne put consentir à s'y engager, tout en comprenant la nécessité où l'on était de le faire.

C'était pour lui un premier motif de s'arrêter; il en eut un second plus immédiat : il venait de s'apercevoir que les Sigillaires, contrairement à l'opinion qu'il avait professée, n'étaient pas des troncs de Fougères arborescentes, mais plutôt des tiges analogues par leur structure à celles des Gymnospermes. Les idées de Brongniart sur les éléments constitutifs de la végétation primitive prirent dès lors un autre cours, et, au lieu d'admettre la présence presque exclusive de types cryptogamiques, il fut disposé à faire une large part, dans cette flore, à la classe des Gymnospermes, représentée par des types spéciaux servant à relier les Cryptogames et les Phanérogames, ou bien encore comblant la distance qui sépare de nos jours le groupe des Cycadées de celui des Conifères. On conçoit qu'un pareil changement dans la manière d'envisager les choses ait embarrassé un esprit aussi net que celui d'Adolphe Brongniart, en le mettant dans l'obligation ou de passer sous silence sa nouvelle manière de voir, ou de la publier en revenant sur des assertions toutes récentes, avant que ses idées actuelles fussent encore définitivement arrêtées. Si l'on veut réfléchir à ce qui précède, on se rendra compte des vrais motifs qui déterminèrent Brongniart à suspendre la publication de son livre, sans y renoncer pourtant jamais d'une manière tout à fait explicite.

L'ouvrage lui-même, comme un de ces vastes édifices qui attendent en vain leur couronnement, doit attirer nos regards. La méthode adoptée par l'auteur n'est plus aussi artificielle que celle qu'il avait d'abord préconisée; il en expose les bases; il démontre, dans une introduction remarquable par la largeur des vues, que chez les plantes d'une organisation inférieure, comme le sont les Cryptogames, les organes de la reproduction se trouvent étroitement liés à ceux de la végétation, et que, dès lors, il est généralement facile d'opérer le classement naturel des espèces fossiles de cette catégorie, à l'aide de l'observation des tiges et des parties extérieures. Il en est encore de même pour les Gymnospermes et pour certaines Dicotylédones, comme les Palmiers; mais entre les feuilles des Graminées et celles des Cypéracées, entre celles des Musacées et des Cannées, et entre la plupart des feuilles de Dicotylédones comparées entre elles, la distinction ne peut avoir lieu dès que l'on est privé du secours des fleurs et des fruits; dans tous ces cas on est bien forcé d'avoir recours à des moyens artificiels de classement.

Les difficultés qui paraissaient insurmontables à Brongniart sont loin d'avoir été depuis aplanies; elles ont été tournées plutôt qu'abordées de front. C'est par une étude minutieuse des plus petits détails de forme et de nervation, par une habitude qui rend à la fin sensible à l'œil ce que la plume ne saurait vraiment décrire, qu'on est parvenu, non sans risque d'erreurs, à déterminer sûrement ou approximativement un grand nombre de Dicotylédones fossiles. Mais si l'on tient compte de la mesure d'incertitude qu'entraîne forcément l'emploi de la méthode actuelle, toute légitime qu'elle soit, on comprend la portée des arguments d'Adolphe Brongniart. Loin de proscrire le progrès, il se contentait de tenir en garde les esprits peu expérimentés contre les illusions auxquelles ils ne sont que trop exposés.

Chacune des principales familles, dans l'ouvrage d'Adolphe Brongniart, se trouve précédée d'une étude complète, au point de vue de la structure et de l'anatomie, de tous les organes des végétaux vivants qu'il s'agit de comparer aux parties correspondantes des plantes fossiles.

Rien de plus lucide et de mieux entendu que l'exposé des bases de classification établies d'après la nervation des Fougères. L'organisation intérieure des pétioles et des tiges, de même que la disposition des bases d'insertion foliaires sur les troncs des Fougères en arbre, ne furent pas l'objet d'une moindre attention, ni de détails moins précis, d'autant plus remarquables qu'ils avaient été plus négligés jusqu'alors.

Il faut encore considérer comme un chef-d'œuvre d'analyse l'examen des caractères comparatifs des Lycopodiacées et des Lépidodendrées. La ramification normalement dichotome, le mode d'insertion et l'ordonnance des feuilles, tout ce qui tient à la structure anatomique, enfin l'assimilation des *Lepidostrobus* aux organes reproducteurs des Lycopodes, surtout de ceux dont les sporanges sont disposés en épis et insérés sur des bractées, se trouvent déterminés avec un art profond et une profusion de détails qui depuis n'ont pas été égalés. Les découvertes postérieures, l'observation des *microsporanges* et des *macrosporanges* occupant chacuns une place déterminée, les premiers à la partie supérieure, les seconds vers la base des cônes de *Lepidodendron*, observation à laquelle le nom d'Adolphe Brongniart lui-même a été plus tard associé (1), ont confirmé, loin de l'ébranler, le point de vue auquel il s'était placé en 1837. Les *Lepidodendron* se montrent aujourd'hui à nous comme des Lycopodiacées, plus parfaites seulement, en possession d'une organisation plus élevée et plus complexe, moins

(1) Voyez *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 17 août 1868.

éloignées peut-être des Phanérogames. La nature de leurs organes reproducteurs les range à distance égale des Sélaginellées et des Isoétées, et, tandis que le port les lie davantage aux premières, le mode de groupement de leurs sporanges unisexués les rapproche plutôt des secondes.

Le recensement des genres dont la création remonte à cette époque nous entraînerait trop loin ; il est juste cependant d'en signaler au moins quelques-uns, comme les *Cyclopteris, Anomopteris, Tœniopteris, Lonchopteris, Phlebopteris, Clathropteris,* etc., dont les noms heureusement choisis répondent si bien à la physionomie des plantes qu'ils désignent. Trois cents espèces environ furent décrites, sans longueurs inutiles, avec justesse et précision, et figurées avec soin. Une portion, il est vrai, des riches matériaux réunis entre les mains d'Adolphe Brongniart, déjà dégrossis et annotés, ne sortirent pas de la demi-obscurité où ils étaient plongés et restèrent inédits ; mais il n'est pas impossible de connaître la pensée de l'auteur sur eux et sur les divers points qu'il aurait abordés, si ses forces ne l'avaient pas trahi.

Le *Tableau des Genres de Végétaux fossiles,* inséré en 1849 dans le *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle* de Charles d'Orbigny, est une esquisse abrégée de toutes les notions que possédait Adolphe Brongniart sur les plantes fossiles alors connues. Non-seulement tous les travaux publiés à l'étranger s'y trouvent analysés, mais les documents amassés par l'auteur, ainsi que de nombreuses collections communiquées par des géologues de province, y furent mis à profit. Les noms de Terquem, Buvignier, Moreau, colonel Moret, Triger, docteur Lortet, Pomel, Itier, etc., sont restés associés à des découvertes dont ces savants partagent le mérite, et le concours de plusieurs d'entre eux ne m'a pas fait défaut lorsque j'ai repris dernièrement l'étude et la publication d'une partie des plantes fossiles qu'ils avaient recueillies.

Le *Tableau des Genres* est demeuré une sorte de manuel classique, indispensable à celui qui s'adonne à la Botanique fossile ; il est toujours consulté avec fruit, tellement l'auteur a su accumuler de vues et d'objets dans un espace nécessairement fort restreint. Le plan qu'il a suivi ne diffère pas, du reste, de celui qu'il avait adopté pour le *Prodrome.*

Dans la partie systématique qui précède l'exposition chronologique des périodes de végétation et des flores successives, l'auteur profite des ressources d'une expérience déjà longue et d'une science consommée, pour mieux définir les groupes qu'il a eu occasion d'étudier ou sur lesquels il possède des données suffisantes. Sa critique porte sur toutes les observations qui ne lui semblent pas justifiées par les faits, et les solutions qu'il propose ont presque toujours eu la bonne chance de prévaloir.

Parmi les groupes créés à ce moment par Adolphe Brongniart, il faut citer les suivants comme les mieux conçus : *Phymatoderma*, dans les Algues; *Phyllopteris, Callipteris, Cladophlebis, Coniopteris* (1), parmi les Fougères; *Sphenozamites*, dans les Cycadées. — Mais le côté le plus original du travail de Brongniart consiste dans l'importance qu'il n'hésite pas à accorder, dans la flore carbonifère, à la division ou sous-embranchement des Phanérogames gymnospermes. Il englobe dans cette classe, non-seulement les Conifères et les Cycadées, mais encore les Astérophyllites et leurs branches ou tiges *(Calamodendron)*, ainsi que les genres *Sphenophyllum* et *Annularia*, enfin la famille des Sigillariées, dont le rôle a été si considérable à l'époque du dépôt des houilles.

Adolphe Brongniart a toujours soutenu depuis, que, sous le nom de *Calamites*, on avait réuni et confondu des tiges de nature très-diverse : les unes fistuleuses et cloisonnées à l'intérieur par des diaphragmes, appartenant aux vraies Calamites, alliées de près aux Équisétacées, mais dépourvues de gaînes; les autres, nommées Astérophyllites, puis Calamodendrées, striées et articulées, comme les premières, mais possédant à l'intérieur, sous une écorce lisse, une moelle centrale, entourée d'une zone ligneuse, sans anneaux d'accroissement, partagées en séries rayonnantes par de nombreux conduits médullaires, s'écartant, par conséquent, beaucoup des Cryptogames, et venant plutôt se ranger non loin des Cycadées, à côté des Sigillaires.

Les observations récentes de M. Grand'Eury dans les mines de Saint-Étienne, dont Adolphe Brongniart a rendu compte à l'Académie des Sciences en 1872, l'ont confirmé plus tard dans l'opinion qu'il avait émise en premier lieu, et dont il doit être tenu un compte d'autant plus sérieux que, loin de persister dans une erreur, Brongniart n'a pas hésité, dans plusieurs circonstances, à revenir sur celles qu'il avait pu commettre.

M. Schimper, il faut le dire, s'est arrêté, dans son *Traité de Paléontologie végétale*, à des conclusions entièrement opposées. S'appuyant des recherches de MM. d'Ettingshausen, Binney, Ludwig, et des siennes propres, non-seulement il range dans la famille des Equisétacées les Calamites et les Calamodendrées, mais il considère les Astéro-

(1) Les fructifications des deux derniers de ces types ont été récemment observées par M. Heer : le premier rentrerait sans anomalie dans les *Diplazium*, simple section du groupe des *Asplenium ;* le second ne serait autre qu'un *Thyrsopteris* et représenterait par conséquent une Fougère arborescente du groupe des Cyathées, l'un des types les plus isolés dans l'ordre actuel, puisqu'il se trouve réduit à une espèce unique, indigène de l'île de Juan-Fernandez.

phyllites comme représentant les ramules des Calamites, bien qu'aucune observation directe ne soit venue démontrer cette connexion.

L'examen des épis fructificateurs des Astérophyllites, depuis longtemps signalés sous le nom de *Volkmannia* et sous celui de *Calamostachys* par M. Schimper (1), aurait dû servir à trancher la question, puisque leur attribution aux Astérophyllites ne semble contestée par personne, et que l'étude microscopique de plusieurs échantillons a été faite par Binney et par Schimper. Il est vrai que la structure de ces épis et la nature des conceptacles remplis de corpuscules et suspendus au sommet d'un carpophore qui se cache sous les bractées de l'épi dénoteraient plutôt un appareil cryptogamique qu'une inflorescence mâle. Mais d'autre part, on peut se demander, avec Adolphe Brongniart, si ces sporanges ne sont pas des anthères et ces corpuscules des grains de pollen. D'autre part encore, l'organisation intérieure des tiges de Calamodendrées s'oppose réellement à ce qu'on les réunisse aux Calamites ordinaires et à ce qu'on assigne à ces dernières les Astérophyllites comme ramules, surtout en admettant l'exactitude des récentes observations de M. Grand'Eury. La vérité ne se dégage donc pas encore bien clairement du débat, à moins que l'on ne veuille reconnaître dans les Calamodendrées un type qui réunirait en lui les traits communs de plusieurs de nos grandes classes végétales, en atténuant le passage des Cryptogames vasculaires aux Gymnospermes proprement dites; ce qui n'aurait rien effectivement d'impossible.

Pour ce qui est des *Schizoneura* et des *Phyllotheca*, que Brongniart rangeait encore en 1849 à la suite des Astérophyllites, leur adjonction aux Équisétacées, en qualité de genres distincts des *Equisetum*, n'est plus douteuse pour personne.

L'opinion persistante d'Adolphe Brongniart sur la gymnospermie des Calamodendrées et sur l'indépendance de ce groupe vis-à-vis de celui des Calamites, trouvait d'ailleurs une sorte de confirmation implicite dans le résultat des études de ce même savant sur les Sigillaires, végétaux au sujet desquels il s'expliqua nettement, non-seulement dans le *Tableau des Genres*, mais encore dans un mémoire célèbre inséré en 1839 dans les *Archives du Muséum* (2). Dans ce mémoire, grâce à un échantillon converti en silice, provenant d'Autun, la structure anatomique d'une portion de tige du *Sigillaria elegans* était décrite de la manière la plus circonstanciée et mise en parallèle avec les parties correspondantes des types fossiles ou vivants, de nature à faire le mieux ressortir les analogies véritables du type éteint, dont l'organisation intime était ainsi subitement dévoilée.

(1) Voyez *Traité de Pal. vég.*, t. I, p. 32, pl. XXII.
(2) T. I; 1839 (avec 11 pl.).

Cette organisation, malgré ce qu'elle offre de spécial, se relie pourtant, par l'ensemble de ses traits caractéristiques, à celle qui distingue les tiges exogènes les plus simples, comme le sont celles des Cycadées; et cette liaison est assez étroite pour autoriser l'adjonction des Sigillaires aux Phanérogames gymnospermes, au moins jusqu'à preuve contraire. La région médullaire se montre effectivement dans le *S. elegans* cernée d'une double enveloppe fibro-vasculaire : la plus intérieure discontinue, formée de faisceaux médullaires appliqués contre les parois de l'étui; l'extérieure disposée en séries rayonnantes comprenant des fibres ligneuses d'une seule sorte, striées en travers (1) et séparées de distance en distance par d'étroits rayons médullaires. C'est là une disposition qui distingue essentiellement le plan d'après lequel les Gymnospermes et, après elles, les Dicotylédones elles-mêmes ont été construites; il serait par trop surprenant qu'on la retrouvât, pour ainsi dire, intacte dans un type réellement cryptogame. Ce qui appartient en propre aux Sigillaires, c'est la présence des faisceaux médullaires distribués en étui intérieur discontinu, et cependant il existe aussi des faisceaux épars dans la région médullaire des Cycadées.

Cette particularité de structure était elle-même sujette à varier dans les diverses sections du groupe des Sigillaires; et dans une étude récente du *Sigillaria spinulosa* par MM. Renault et Grand'Eury (2), poursuivie sous la direction d'Adolphe Brongniart, les auteurs distinguent encore deux autres types de Sigillaires : l'un représenté par les *Diploxylon*, dans lequel l'étui intérieur est constitué par un cylindre continu de faisceaux entourant la moelle; l'autre correspondant au *Sigillaria vascularis*, remarquable par la disposition irrégulière des faisceaux dispersés vers la périphérie de la moelle. Ces deux derniers types de Sigillaires ont en outre cela de commun, qu'ils possèdent des rayons médullaires de deux sortes, les uns étroits et semblables à ceux dont je viens de parler, les autres plus larges, servant de passage aux faisceaux qui se rendaient aux feuilles. D'autre part, si l'on considère seulement l'écorce des Sigillaires, on voit ces plantes se diviser en deux sections, suivant que leur superficie est sillonnée ou non de côtes longitudinales : le *Sigillaria elegans* faisait partie de la première de ces

(1) L'apparence striée en travers ou en spirale, ou encore réticulée, des parois fibreuses des Sigillaires se retrouve, non-seulement chez les Cycadées, dont les aréoles étroites et allongées dans le sens transversal reproduisent ce même aspect, mais aussi chez beaucoup de Conifères, où les fibres de cette sorte sont associées aux fibres aréolées ordinaires ou même se substituent presque entièrement à elles, ainsi qu'il est facile de l'observer dans les Taxinées et les Abiétinées.

(2) B. Renault, *Études sur le* Sigillaria spinulosa *et sur le genre* Myelopteris *(Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences;* 1875).

sections, tandis que le *S. spinulosa* de M. Renault appartenait à la seconde, celle des *Leiodermariées*, dont le tissu cortical, observé isolément, avait attiré, sous le nom de *Dictyoxylon*, l'attention de Brongniart, par la forme réticulée des lames cellulaires qui le composent.

L'examen des *Stigmaria*, ces végétaux si longtemps problématiques, avait en même temps conduit Adolphe Brongniart à reconnaître en eux l'appareil radiculaire, ramifié par dichotomie et muni de radicelles régulièrement implantées, des Sigillariées. L'observation est venue depuis apporter des preuves décisives de cette opinion, généralement adoptée, bien que toujours combattue, par des arguments indirects et comme n'étant pas entièrement démontrée, par ceux qui, à l'égard de ces mêmes plantes, s'étaient contentés des suppositions les plus singulières, jusqu'à croire à l'existence de plantes ligneuses, aux tiges rampant dans le fond des eaux ou serpentant à travers la vase molle des tourbières primitives.

C'est en se servant de meilleurs arguments que M. Schimper, dans son *Traité de Paléontologie végétale*, s'est refusé dernièrement à suivre l'exemple d'Adolphe Brongniart et à inscrire les Sigillaires parmi les Gymnospermes. Il se base sur la découverte de strobiles ou épis fructificateurs recueillis dans les mêmes lits que les tiges, mêlés à leurs rameaux et à leurs feuilles, organes dont la nature cryptogamique lui paraît absolument hors de discussion. M. Schimper invoque encore, en faveur de son opinion, la conformité dans l'ordonnance des cicatrices foliaires, dans le port et même dans les feuilles, comme autant de motifs pour ne pas éloigner les Sigillariées des Lépidodendrées. Enfin, il affirme que la découverte de l'appareil radiculaire *stigmariforme* de ces dernières est venue attester l'affinité des deux familles et la nécessité de les ranger à la fois dans les Cryptogames.

Entre des opinions aussi divergentes, professées par des esprits également éminents, il est naturel de se borner à attendre et de laisser au temps le soin de décider. Il est bien certain, en tout cas, que si les vraies Sigillaires ne se trouvent pas être des Phanérogames gymnospermes, comme l'organisation intérieure de leur tige et de leur système radiculaire le donne à penser, il faudra voir en elles des Cryptogames très-différentes de celles dont nous avons l'idée, offrant, avec les organes reproducteurs de cette classe, la structure anatomique des végétaux d'un ordre plus élevé. Elles ressembleraient aux Cycadées par le plan intérieur de la tige, aux Lépidodendrées par l'aspect extérieur, aux Isoétées et aux Lycopodiacées par l'appareil cryptogamique sporangifère. Malgré tout, les études de Brongniart n'en resteraient pas moins un modèle de clarté analytique et de précision.

La justesse et la mesure, une hardiesse heureuse tempérée par la

réflexion, dominaient en somme chez Adolphe Brongniart ; il est temps de le voir appliquer ces facultés à ce que la science a de plus relevé, aux vues d'ensemble, aux idées générales qui résument toutes les autres notions. Il est intéressant de rechercher quelle signification un esprit aussi subtil, après tant d'acquis et d'expérience, attachait à la série de phénomènes dont la succession compose l'histoire même de la végétation.

Comment la vie, après son introduction à la surface du globe, s'est-elle comportée ? Quelles ont été les phases de son développement ? Enfin, à quel point la vie végétale, en particulier, a-t-elle été affectée par les changements qui ont modifié tant de fois l'écorce terrestre ? Ces questions, qui font l'attrait de notre science et que tous les géologues méditent plus ou moins, n'ont pas été étrangères à l'esprit pénétrant et philosophique d'Adolphe Brongniart. Il les aurait sans doute abordées d'une façon large et complète dans la seconde partie de son grand ouvrage ; l'introduction placée en tête du livre en fait foi ; mais à défaut d'une œuvre qui n'a jamais vu le jour, nous possédons de lui sur le même sujet de nombreux documents qui vont nous livrer le fond de sa pensée.

Le plus ancien a été inséré en 1828 dans les *Annales des Sciences naturelles*, après avoir été lu à l'Académie des Sciences (1); il est intitulé : *Considérations générales sur la nature de la végétation qui couvrait la surface de la Terre aux diverses époques de formation de son écorce*. Un autre discours, souvent confondu, à tort, avec le précédent, à cause de la similitude du titre et du sujet, lui est cependant postérieur de neuf ans ; il a été prononcé dans une séance publique de l'Académie des Sciences (2) et porte le titre de : *Considérations sur la nature des végétaux qui ont couvert la surface de la Terre aux diverses époques de sa formation*.

Il faut encore rattacher au même ordre d'idées un troisième discours *sur les changements du règne végétal aux diverses époques géologiques*, lu par Adolphe Brongniart en qualité de Président de l'Académie des Sciences (3), après un nouvel espace de dix années, et enfin *un rapport sur le Grand prix des Sciences physiques pour l'année 1856, relatif aux Changements des êtres vivants à la surface de la Terre pendant les diverses époques géologiques* (4).

Ainsi, nous pouvons suivre aisément durant trente années consécutives, à des intervalles presque réguliers, la pente des idées d'Adolphe

(1) Séance du 8 décembre 1828.
(2) Séance du 11 septembre 1837.
(3) Séance publique annuelle des cinq Académies, du 3 mai 1847.
(4) Séance de l'Académie des Sciences du 2 février 1857.

Brongniart, et, en rapprochant son premier discours du dernier, constater les modifications qu'elles subirent par l'effet du temps, et saisir la forme revêtue par elles en dernier lieu.

Dans le premier de ses discours, Adolphe Brongniart admettait quatre périodes végétales, séparées par des terrains ou espaces vides, correspondant à des temps de révolutions, pendant lesquels la Terre aurait été dénuée de végétaux et peut-être entièrement recouverte par les mers. Durant chacune de ces périodes, il n'y aurait eu que des changements d'espèces, mais l'ensemble serait resté à peu près le même d'un bout à l'autre de chacune d'elles. Le dépôt des houilles a dû s'effectuer dans de vastes tourbières; la surface émergée était alors généralement insulaire; la chaleur et l'humidité devaient être considérables. L'atmosphère, autrement composée que de nos jours, était sans doute impropre à la respiration des animaux à sang chaud. Les Cryptogames vasculaires dominèrent dans le premier ensemble; les Conifères dans le second, qui correspond au Trias; les Cycadées, jointes à des Conifères et à certaines Fougères, dans le troisième; les Palmiers et les Dicotylédones dans le quatrième, qui ne diffère de l'ensemble actuel que par une certaine élévation du climat en Europe, et par des différences spécifiques qui établissent une distinction réelle, bien que parfois peu marquée, entre la flore tertiaire et celle de nos jours.

En 1837, Brongniart partage encore l'histoire des êtres organisés en périodes de tranquillité favorables au peuplement de la surface terrestre, et en périodes de révolutions, amenant la destruction des êtres vivants, mais contribuant aussi à nous en conserver les dépouilles. La vieille idée qui considérait les fossiles comme des effets et des témoins des bouleversements du sol, reparaît ici dans la bouche de celui qui avait su assigner aux houilles une provenance pareille à celle de nos tourbes, au sein du calme le plus profond. Adolphe Brongniart voyait juste en ce qui touchait aux végétaux fossiles qu'il avait étudiés de près; il sacrifiait pour les autres à une phraséologie alors en usage, sans y attacher peut-être une grande importance. Dans sa pensée, chaque période de repos a eu sa végétation, presque toujours entièrement différente de celle des époques précédente ou suivante; de là une succession de créations et de destructions. Mais il semble que l'auteur, au lieu de quatre périodes végétales, n'en signale maintenant plus que trois : celle des houilles, celle des terrains secondaires et la période tertiaire.

En 1847, c'est encore la pensée d'une série de créations successives, détruites et renouvelées, qui domine chez Adolphe Brongniart. Ces alternatives sont même rattachées par lui à la théorie des systèmes de soulèvements, récemment établie par Élie de Beaumont. Dans l'impos-

sibilité où l'on est encore de fixer le nombre de ces créations, il ne tient compte que des changements physiques très-prononcés, les seuls qui aient eu pour contre-coups des *modifications également profondes dans la nature des êtres vivants*. Partant de l'immutabilité, au moins apparente, de l'ordre actuel, Brongniart recherche la nature des différences qui séparent notre végétation de celle de l'époque immédiatement antérieure; ces différences sont purement spécifiques. Mais si l'on s'éloigne des formations récentes pour s'enfoncer dans le passé, non-seulement les espèces changent, mais les formes et les types ne sont plus les mêmes : le règne végétal s'appauvrit; il perd quelques-unes de ses classes et n'est plus représenté que par celles qui sont en minorité de nos jours. En outre, les fleurs, les fruits, les parties succulentes et nutritives lui faisaient presque toujours entièrement défaut. Mais, à travers les âges, la végétation, d'abord composée des plantes les plus simples, s'est élevée et compliquée peu à peu : si elle a perdu, avec les types primitifs, des formes originales et grandioses, elle a acquis la variété, l'abondance; elle s'est perfectionnée et n'a cessé de se rapprocher de l'état où elle est de nos jours.

Ainsi, Adolphe Brongniart, laissant aux géologues le soin de fixer le nombre et le caractère réels des périodes créatrices, dont les limites précises lui échappent, s'attache uniquement à décrire la marche progressive et les vicissitudes du règne végétal à travers le cours immense du temps.

Cette tendance est encore plus marquée dans le *Tableau des Genres*, où les trois grandes périodes végétales prennent les noms de *règne des Acrogènes, règne des Gymnospermes, règne des Angiospermes*. Les limites de chacune d'elles se trouvent en même temps tracées avec plus de précision : la première comprend les étages paléozoïques; la deuxième le Trias et le Jura réunis; la Craie et le Tertiaire forment la plus récente. Mais, dans la pensée de Brongniart, ces divisions n'offrent rien d'exclusif ni d'absolument tranché, puisque les Acrogènes se trouvent déjà associées à des Gymnospermes dans la période primitive, et que celles-ci sont loin d'être les seuls végétaux qui se montrent dans la deuxième. Ainsi, les termes dont il se sert expriment uniquement la prédominance successive de trois classes de plantes et l'apparition tardive de celle des Angiospermes, à peine représentée par de rares Monocotylédones lors des temps jurassiques. Au contraire, l'expansion de cette même classe, et en particulier des Dicotylédones, auparavant inconnues, demeure le trait distinctif de la plus récente des trois périodes de l'auteur français.

De plus, afin de mieux faire voir que ces divisions primaires correspondent aux phases de développement de la végétation, plutôt qu'à

des âges séparés par des bornes infranchissables, Adolphe Brongniart a soin de partager chacun de ses règnes en périodes secondaires, et quelques-unes de celles-ci en *époques*. Il s'appuye, pour justifier ce sectionnement, sur des notions tirées de la présence de certaines formes ou du caractère général des flores particulières des différents étages.

Comme il a principalement en vue les phénomènes phytologiques, il ne manque pas de faire ressortir les passages plus ou moins accentués qui mènent d'une période à une autre, ou même d'un règne vers un autre règne, et qui semblent être en désaccord avec la théorie des destructions et des renouvellements successifs et universels. Il appelle fort justement la Craie une période de transition, qui, tout en étant liée avec la fin du règne des Gymnospermes, inaugure pourtant celui des Angiospermes, par la présence des premières Dicotylédones. Les étages et les flores particulières se trouvent dans une connexion bien plus intime encore à l'âge tertiaire, en sorte que, si l'on tient compte des lacunes qui se comblent d'année en année, on voit se dérouler une série continue d'époques partielles, étroitement enchaînées, depuis le milieu de la Craie jusque vers la fin du Miocène. A ce moment, les espèces actuelles commencent à poindre de toutes parts, associées aux dernières formes survivantes de l'âge précédent.

Ces faits n'étaient pas ignorés d'Adolphe Brongniart, et, dans les derniers temps, il n'opposait aucune difficulté à admettre qu'une partie notable de nos espèces végétales eût passé de la flore tertiaire dans la nôtre, sans éprouver de changement ou seulement avec de faibles modifications.

Le morcellement exagéré des types spécifiques, qu'il a attaqué dans son *Compte-rendu des Progrès de la Botanique descriptive*, avait donné peu à peu, suivant lui, une base par trop exiguë à la notion de l'espèce. Dans bien des cas, l'espèce vraie, normale, irréductible, avait fini par se confondre avec le genre dont elle avait pris le nom. Il suffisait de revenir à une appréciation plus juste de ce qu'elle est réellement, et d'admettre les effets d'une variabilité limitée, sans aller par delà se heurter à des problèmes insolubles.

J'expose simplement ici des opinions dont je ne partage pas la rigueur. Pourquoi faudrait-il renoncer à atteindre et à dénouer un jour des questions qui, malgré leur éloignement et leurs difficultés, appartiennent à la sphère d'activité du génie humain? Une étude patiente des faits anciens, l'imprévu des découvertes, l'observation des enchaînements qui se révèlent dans les séries d'êtres organisés fossiles, enfin l'analyse de toutes les lois paléobiologiques, sans doute plus complexes qu'on n'a été jusqu'ici porté à le croire, nous rapprocheront insensiblement du but qu'Adolphe Brongniart déclarait inaccessible. C'est dire

qu'il a toujours repoussé l'idée, je cite ses expressions, que des types d'organisation nouveaux aient pu jamais tenir leur origine, même par l'effet d'une suite de modifications intermédiaires, d'un autre type préexistant, vraiment différent de celui qu'il aurait engendré. Dans son *Rapport sur le Grand prix des Sciences physiques* de 1857, il combat formellement la théorie de l'évolution, dont il n'a cessé, depuis lors, de se montrer l'adversaire, tout en proclamant l'existence d'une loi de perfectionnement gradué des êtres organisés, visible dans l'ordre de succession des grandes classes de végétaux; comment aurait-il pu la méconnaître, après avoir tant contribué à l'établir?

Il faut maintenant franchir un long espace de temps, pendant lequel une *Note sur une collection de Plantes fossiles recueillies en Grèce par M. Gaudry* est le seul document à signaler, avant d'atteindre à une dernière période d'activité, que la mort est venue si brusquement interrompre. Adolphe Brongniart avait toujours souhaité revenir à ses études de prédilection. Sans y mêler directement son nom, il s'était associé à toutes les recherches paléophytologiques; il en était resté le centre nécessaire et le confident naturel. Mais on peut dire qu'il avait plus particulièrement inspiré et dirigé celles de deux savants, dont l'un, M. Renault, est attaché maintenant au laboratoire de la chaire de Botanique au Muséum, et dont l'autre, M. l'Ingénieur Grand'Eury, a réuni les matériaux d'un travail considérable sur la flore carbonifère du département de la Loire.

En 1872, Adolphe Brongniart exposa, dans un rapport à l'Académie des Sciences, les principales découvertes du savant ingénieur, désormais acquises à la science, bien qu'elles n'aient pas encore été publiées. Nous savons que plusieurs d'entre elles, comme la distinction entre les Calamites et les Calamodendrées, la structure des Sigillaires et la définition du groupe des Cordaïtées, auxquelles les *Dicranophyllum* sont venus se joindre récemment, confirment les opinions antérieures du savant français au sujet du rôle important dévolu aux Gymnospermes dans la végétation carbonifère. Une pareille assurance communiqua à Brongniart une nouvelle ardeur; ce fut pour lui le point de départ d'une série de recherches au profit desquelles il utilisa les derniers mois d'une vieillesse éclairée par les rayons d'une intelligence demeurée vive et brillante.

De là sont sorties les *Études sur les graines fossiles trouvées à l'état silicifié dans le terrain houiller de Saint-Étienne*, sur lesquelles l'auteur élaborait, au moment de sa mort, un grand mémoire, que nous ne connaissons que par une communication lue à l'Académie des Sciences en août 1874 et insérée, avec des développements, dans les *Annales des Sciences naturelles* (5e série, t. XX).

Ces graines ont été rencontrées dans des galets de quartzite appartenant à des poudingues intercalés entre le bassin houiller de Rive-de-Gier et celui de Saint-Étienne, à la base de ce dernier. Les fragments de roches siliceuses brisés et transportés, qui composent ces poudingues, proviennent évidemment d'un dépôt antérieur, et ils ont le double avantage, d'abord de faire connaître les débris d'une flore plus ancienne que celle du niveau carbonifère proprement dit, ensuite de révéler l'existence d'une association de plantes différentes de celles qui peuplaient alors les fonds marécageux où se déposaient, à la façon des tourbes, les lits de combustibles.

Depuis longtemps Adolphe Brongniart s'était demandé si la surface terrestre, lors de la période carbonifère, ne présentait pas d'autres végétaux que ceux dont les mines de houille renferment les empreintes (1). Ses dernières recherches permettent de répondre à cette question, que bien d'autres savants avaient également agitée au fond de leur pensée, sans pouvoir la résoudre.

Les débris examinés par Brongniart consistent en résidus de toutes sortes : brins de bois et de tiges, fragments de pétioles, lambeaux de frondes de Fougères, associés aux graines et accumulés dans le plus grand désordre. Il est facile de reconnaître qu'il ne s'agit pas d'un gisement ordinaire, mais plutôt de restes de végétaux épars sur le sol et entraînés des hauteurs jusque dans des eaux chargées de silice. Il ne faut donc pas s'étonner de ne plus rencontrer ici, ou de ne rencontrer que dans une proportion restreinte, les types ordinaires qui fréquentaient les houillères. On se trouve visiblement transporté loin des fonds inondés, dans le voisinage immédiat des massifs forestiers de l'époque, et, malgré l'insuffisance des documents recueillis au moyen des quartzites, Brongniart a pu constater la présence de nombreuses espèces, réparties en 14 genres, la plupart entièrement nouveaux et que la structure de leurs graines, seuls organes de ces genres qui nous soient encore connus, range sûrement parmi les Phanérogames gymnospermes, non loin des Taxinées et des Cycadées. C'est à l'étude comparative de cette structure qu'Adolphe Brongniart consacrait tous ses instants lorsque la mort est venue le frapper. S'il a laissé sa tâche forcément interrompue, en nous léguant un problème de plus à résoudre, on peut du moins juger de la portée sérieuse et féconde de sa dernière découverte.

A côté des Cryptogames géantes des premiers âges, c'est lui qui entrevit le rôle, d'abord méconnu, des Gymnospermes paléozoïques ; plus

(1) Voyez à cet égard : *Sur la classification et la distribution des Vég. foss. en général, etc.* (*Mém. du Muséum d'Hist. nat.*, t. VIII, p. 341).

tard, il pénétra la nature vraie de ces Gymnospermes archaïques; puis il prit une part active à la détermination des caractères des Cordaïtées, qui se montrent à nous comme opérant une liaison, non plus entre les Gymnospermes et les Cryptogames, mais entre les Taxinées et les Cycadées; enfin, avant de mourir, il a pu établir sur des bases solides cette grande vérité, que les collections des végétaux fossiles, lorsqu'elles se rattachent à des catégories déterminées de dépôts et de gisements, ne nous fournissent presque jamais qu'une partie des éléments floraux de chaque époque; une autre partie nous échappe, ou du moins il nous faut pour l'atteindre le hasard d'heureuses explorations.

C'est ainsi que, par derrière les tourbières puissantes, remplies de Fougères, de Lépidodendrées, de Calamites, de Sigillaires et de Cordaïtées, qui encombraient le fond des vallées basses et les ceintures littorales, dans l'âge carbonifère, — dans l'intérieur des terres, sur le penchant des hauteurs, encore modestes, de l'époque, se dressaient d'autres forêts, composées principalement de Gymnospermes, dont on ne saurait, il est vrai, préciser l'aspect, mais dont la nature au moins a pu être définie par le génie sagace d'Adolphe Brongniart.

Ce fut la fin d'une vie occupée tout entière par la science. Ne l'oublions pas, si Adolphe Brongniart tient une si large place parmi nos illustrations nationales, si son nom doit rester comme une de nos gloires les moins contestées, nous avons le droit de le revendiquer comme nous appartenant par son meilleur côté. Proclamons bien haut que nous lui sommes redevables d'avoir élevé en France, sur des bases définitives, l'édifice encore inachevé de la Paléontologie végétale. Cet édifice lui survivra et continuera à s'agrandir sur le plan et d'après les règles que son heureux fondateur a si bien su lui assigner.

TRAVAUX PALÉOPHYTOLOGIQUES D'ADOLPHE BRONGNIART.

1822. — *Sur la classification et la distribution des Végétaux fossiles en général, et sur ceux des terrains de sédiment supérieur en particulier (Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle,* t. VIII, p. 203-240 et 297-348); in-4°, 6 pl.

1822. — *Description des Végétaux fossiles du terrain de sédiment supérieur cités dans la Description géologique du bassin de Paris (Description géologique des environs de Paris,* par G. Cuvier et Al. Brongniart, nouvelle édit., p. 353-371; in-8°, avec atlas in-4°; et aussi *Recherches sur les Ossements fossiles,* par Cuvier, p. 351-369).

1823. — *Observations sur les Fucoïdes et sur quelques autres plantes marines fossiles (Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris,* t. I, p. 1-62).

1825. — *Observations sur quelques Végétaux fossiles du terrain houiller, et sur leurs rapports avec les Végétaux vivants (Annales des Sciences naturelles,* t. IV, p. 23-33); in-8°, 1 pl.

1825. — *Observations sur les Végétaux fossiles renfermés dans les Grès de Hoer en Scanie (Ann. Sc. nat.*, t. IV, p. 200-224); in-8°, 2 pl.

1825. — *Note sur les Végétaux fossiles de l'Oolithe à Fougères de Mamers (Ann. Sc. nat.*, t. IV, p. 417-423); in-8°, 1 pl.

1828. — *Note sur la présence du* Pecopteris reticulata *dans des couches de formation contemporaine en Angleterre et en France (Ann. Sc. nat.*, t. XIII, p. 335-336); in-8°.

1828. — *Observations sur les Végétaux fossiles des terrains d'anthracite des Alpes (Ann. Sc. nat.*, t. XIV, p. 127-136); in-8°.

1828. — *Notice sur les Plantes d'Armissan, près Narbonne (Ann. Sc. nat.*, t. XV, p. 43-51); in-8°, 1 pl.

1828. — *Sur les Plantes fossiles du grès de construction de Stuttgart (Ann. Sc. nat.*, t. XV, p. 92-98); in-8°.

1828. — *Considérations générales sur la nature de la végétation qui couvrait la surface de la Terre aux diverses époques de formation de son écorce ;* mémoire lu à l'Académie des Sciences le 8 déc. 1828 *(Ann. Sc. nat.*, t. XV, p. 225-258); in-8°.

1828. — *Essai d'une Flore du Grès bigarré (Ann. Sc. nat.*, t. XV, p. 435-460); in-8°, 6 pl.

1828. — *Prodrome d'une Histoire des Végétaux fossiles ;* in-8°.

1828-1844. — *Histoire des Végétaux fossiles, ou Recherches botaniques et géologiques sur les Végétaux renfermés dans les diverses couches du Globe*; in-4°, ouvrage composé de 15 livraisons complètes, formant le tome I, avec 166 pl., et de 3 livraisons du tome II demeuré inachevé, avec 30 pl.

1829. — *Recherches sur l'organisation des tiges des Cycadées (Ann. Sc. nat.*, t. XVI, p. 389-402); in-8°, 3 pl.

1830. — *Description of the fossil Plants of the Häring coal basin (Transactions of the geological Society*, 2e sér., t. III, p. 373-371); in-4°.

1830. — *Note sur la composition de l'Atmosphère à diverses époques de la formation de la Terre, et sur l'opinion de M. Parrot relative à ce sujet (Ann. Sc. nat.*, t. XX, p. 427-441); in-8°.

1830. — *Végétaux fossiles (Dictionnaire classique d'Histoire naturelle* de Bory-Saint-Vincent, t. XVI, p. 531-539); in-8°.

1831. — *Nouvelles observations sur les diverses périodes de végétation de l'ancien monde* ; in-8°.

1833. — *Notice sur une Conifère fossile du terrain d'eau douce de l'île d'Iliodroma (Ann. Sc. nat.*, t. XXX, p. 168-176 ; *L'Institut*, t. I, p. 157-158); in-8° et in-4°.

1837. — *Considérations sur la nature des Végétaux qui ont couvert la surface de la Terre aux diverses époques de sa formation*, lues dans la séance publique de l'Académie des Sciences du 11 septembre 1837 *(Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. V, p. 403-415; *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XVI, p. 397-425); in-4°.

1837. — *Sur la structure des tiges pétrifiées désignées sous les noms de Psarolithes, d'Astérolithes et d'Helmintholithes (Bulletin de la Société philomathique*, p. 99-101 ; *L'Institut*, t. V, p. 207); in-4°.

1838. — *Recherches sur les* Lepidodendron *et sur les affinités de ces arbres fossiles, précédées d'un examen des principaux caractères des Lycopodiacées (C.-R. Ac. Sciences*, t. VI, p. 872-879); in-4°.

1839. — *Observations sur la structure intérieure du* Sigillaria elegans, *comparée à celle des* Lepidodendron *et des* Stigmaria, *et à celle des Végétaux vivants (Archives du Muséum d'Histoire naturelle*, t. I, p. 405-460); in-4°, 11 pl.

1844. — *Rapport adressé à M. le Ministre de l'Instruction publique à la suite d'une mission scientifique dans la partie méridionale de la France ;* in-8°.

1844. — *Flore du système permien,* dans la *Note* de MM. de Verneuil et Murchison *sur les équivalents du système permien en Europe (Bulletin de la Société géologique de France,* 2e sér., t. I, p. 495-496) ; in-8°.

1845. — *Végétaux du système permien,* dans la *Géologie de la Russie d'Europe,* par Murchison, de Verneuil et de Keyserling (t. II, p. 1-13) ; in-4°, 7 pl.

1845. — *Sur une plante des grès de Kargala,* dans le même ouvrage (t. II, p. 503-504) ; in-4°.

1846. — *Sur les relations du genre* Noeggerathia *avec les plantes vivantes (Ann. Sc. nat., Botanique.* 3e sér., t. V, p. 50-61) ; in-8°.

1846. — *On the great divisions of the Vegetable Kingdom occurring in the different geological formations (Edinburgh new Philosophical Journal,* t. XL, p. 285-287).

1847. — *Sur les changements du Règne végétal aux diverses époques géologiques* (discours lu dans la séance publique annuelle des cinq Académies, du 3 mai) ; in-4°.

1848. — *On the changes of the Vegetable Kingdom in the different geological Epochs (Edinb. new Phil. Journ.,* t. XLIV, p. 97-101) ; in-8°.

1849. — *Exposition chronologique des périodes de végétation et des flores diverses qui se sont succédé à la surface de la Terre (Ann. Sc. nat., Bot.,* 3e sér., t. XI, p. 283-338 ; *Annals of Natural history,* t. VI, p. 73-85, 192-203, 348-370) ; in-8°.

1849. — *Tableau des Genres de Végétaux fossiles considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique* (extrait du *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle* de Charles d'Orbigny (article *Végétaux fossiles*), t. XIII, p. 52-178) ; gr. in-8°.

1850. — *On the different states in which fossil vegetables are found (Edinb. new Phil. Journ.,* t. XLVIII, p. 99-101) ; in-8°.

1850. — *Note sur les Plantes fossiles recueillies dans les mines de Poillé, près Sablé (Sarthe), et communiquées par MM. de Verneuil et G. de Lorière (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. VII, p. 767-769) ; in-8°.

1857. — *Rapport sur le Grand prix des Sciences physiques pour l'année 1856, relatif aux Changements des Êtres vivants à la surface de la Terre pendant les diverses époques géologiques* (lu dans la séance de l'Académie des Sciences du 2 février ; *C.-R. Ac. Sciences,* t. XLIV, p. 209-228) ; in-4°.

1857. — *Letter from M. Adolphe Brongniart to M. Griffith on the Fossil plants which have been discovered in the bocks at the base of the carboniferous system in Ireland (The Natural history Rewiew,* 1857, n° 4, p. 214-219) ; in-8°.

1861. — *Note sur une collection de Plantes fossiles recueillies en Grèce par M. Gaudry (C.-R. Ac. Sciences,* t. LII, p. 1232-1239) ; in-4°.

1866. — *Flore carbonifère,* dans la *Paléontologie de l'Asie mineure* par d'Archiac, P. Fischer et de Verneuil, publication faisant partie de l'*Asie mineure, Description physique de cette contrée,* par de Tchihatcheff, p. 75-81 ; gr. in-8°.

1868. — *Travaux relatifs aux Végétaux fossiles* dans le *Rapport sur les Progrès de la Botanique phytographique,* p. 200-214 (Voyez : *Recueil de Rapports sur l'état des Lettres et des Sciences en France) ;* gr. in-8°.

1868. — *Notice sur un fruit de Lycopodiacée fossile (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXVII, p. 421-426) ; in-4°.

1870. — *Rapport sur un mémoire de M. B. Renault, intitulé : « Études sur quelques Végétaux silicifiés des environs d'Autun » (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXX, p. 1070-1074) ; in-4°.

1872. — *Notice sur le* Psaronius Brasiliensis *(Bulletin de la Société botanique de France,* t. XIX, p. 3-10) ; in-8°.

1872. — *Observations relatives à une communication de M. de Saporta sur les Plantes fossiles de l'époque jurassique (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXIV, p. 262); in-4°.

1872. — *Rapport sur un mémoire de M. Grand'Eury, intitulé : « Flore carbonifère du département de la Loire » (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXV, p. 391-411) ; in-4°.

1873. — *Rapport sur deux mémoires de M. Renault, relatifs à des Végétaux silicifiés du terrain houiller supérieur des environs d'Autun (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXVI, p. 811-815); in-4°.

1874. — *Rapport sur un mémoire de M. Renault, intitulé : « Étude du genre* Myelopteris *» (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXVIII, p. 879-882) ; in-4°.

1874. — *Note sur de nouvelles études relatives à des graines fossiles (Bull. Soc. bot.,* t. XXI, p. 126-128) ; in-8°.

1874. — *Études sur les graines fossiles trouvées à l'état silicifié dans le terrain houiller de Saint-Étienne (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXIX, p. 343-351, 427-435 et 497-500 ; *Ann. Sc. nat., Bot.*. 5e sér., t. XX, p. 234) ; in-4° et in-8°, 3 pl.

1875. — *Observations relatives à une communication de M. de Saporta sur deux types nouveaux de Conifères dans les schistes permiens de Lodève (Hérault) (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXX, p. 1020-1022); in-4°.

1875. — *Sur la structure de l'ovule et de la graine des Cycadées, comparée à celle de diverses graines fossiles du terrain houiller (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXXI, p. 305-307); in-4°.

Le secrétaire présente la notice suivante :

Notice sur la vie et les travaux de Sir **Charles Lyell**, *Bart., M.A, D.C.L, L.L.D, F.R.S, F.G.S., etc.,*

par M. Th. **Davidson.**

A la demande expresse de M. Jannettaz, Président de la Société géologique de France, je me suis empressé de tracer, d'après les documents à ma disposition, une esquisse de la vie et des principaux travaux scientifiques de Sir Charles Lyell, dont nous avons à déplorer la perte (1).

Charles Lyell est né le 14 novembre 1797, à Kinordy, près de Kerriemuir, dans le Forfarshire (Écosse). Son père possédait des connaissances scientifiques et littéraires assez étendues, et avait acquis quelque renom comme botaniste. Son fils Charles commença son éducation à une école primaire située à Midhurst, dans le comté de Sussex, puis la compléta à l'Université d'Oxford, où il passa ses examens avec honneur. Ce sont les cours du docteur Buckland qui lui

(1) En apprenant que le Président de la Société géologique de France désirait posséder pour la Société un mémoire sur la vie scientifique de Lyell, MM. Évans et Woodward se sont empressés de mettre à ma disposition les matériaux qu'ils avaient ramassés sur ce sujet.

inspirèrent le goût si prononcé qu'il manifesta pendant toute sa vie pour la Géologie. En 1819 il obtint le diplôme universitaire de B.A., et en 1821 celui de A.M. Son père le destinait au barreau et lui fit faire dans ce but des études spéciales; Lyell passa même ses examens avec succès; mais cette carrière n'avait point d'attraits pour lui, et en 1827, après avoir acquis le titre d'avocat, il abandonna cette profession et donna tout son temps à l'étude de la géologie.

Dès l'âge de dix ans, le jeune Lyell avait montré un goût prononcé pour l'histoire naturelle; il avait fait une collection d'insectes et prenait un grand plaisir à étudier leurs mœurs, et le goût de l'entomologie ne semble l'avoir jamais entièrement abandonné.

Lyell entreprit de nombreux voyages dans le but d'étudier *in situ* les roches et leur stratification, ainsi que les phénomènes volcaniques et autres qui font partie du domaine de la science géologique, afin de mieux saisir les théories que Buckland professait avec tant de charme et d'habileté à l'Université d'Oxford. En 1818 il visita, dans ce but, différentes parties de la France.

Le 19 mars 1819, Lyell fut élu membre de la Société géologique de Londres, dont il fut l'un des secrétaires de 1823 à 1826. En 1819 il devint membre de la Société Linnéenne, et en 1826 membre de la Société Royale de Londres. En 1832 il épousa la fille de Léonard Horner, géologue distingué, qui rendit pendant bien des années des services notables à la science. Lady Lyell, par ses connaissances littéraires et scientifiques, prenait le plus vif intérêt aux recherches de son époux; elle l'accompagnait dans ses voyages et l'aidait dans la rédaction de ses nombreux travaux.

Lyell a été le premier professeur de Géologie à King's College (Londres). Bien qu'il ne fût point doué d'une grande éloquence, il exposait ses idées avec une extrême clarté, et sa méthode d'enseignement ressemblait beaucoup à celle de Constant Prévost, pour lequel il avait la plus haute estime.

En 1850 et 1851 il aida le prince Albert de ses conseils dans le grand projet que ce prince intelligent avait conçu d'une exposition universelle, projet dont la réalisation a produit tant de résultats importants, non-seulement en Angleterre, mais aussi en France et dans les autres parties du monde.

En 1848 Lyell fut nommé Chevalier, et en 1864 le titre de Baronet lui fut conféré.

Mais hâtons-nous de parler des travaux qui ont rendu son nom si célèbre dans le monde scientifique.

Lyell a publié de nombreux travaux dans les Mémoires et dans le *Quarterly Journal* de la Société géologique de Londres. Le premier

fut un mémoire sur une formation récente du calcaire lacustre dans le Forfarshire. Il donna ensuite une note sur certains dépôts récents de marne d'eau douce, suivie d'un appendice sur les *Gyrogonites*.

Peu après il fit paraître un mémoire sur l'argile plastique des falaises du Hampshire et sur les dépôts d'eau douce si admirablement développés dans les falaises de Hordwell, Beacon-Cliff et Barton. Il publia dans le *Quarterly Journal* une revue de l'ouvrage remarquable de Poulett Scrope sur la Géologie de la France centrale. En 1823 il lut à la Société géologique un mémoire qu'il avait rédigé, avec la collaboration du docteur Mantell, sur les couches de calcaire et d'argile des sables ferrugineux du Sussex.

Dans cette même année 1823, Lyell fit plusieurs voyages à Paris, et c'est dans ces voyages qu'il fit la connaissance du baron de Humboldt, de Cuvier, d'Alex. Brongniart, de Constant Prévost, etc. Il entreprit aussi plusieurs excursions, soit seul, soit en compagnie de Murchison, dans le but d'étudier sur place les volcans éteints de l'Auvergne. Il résuma ses recherches dans la publication d'un travail sur le creusement des vallées et sur les roches volcaniques du Centre de la France. Lyell et Murchison poussèrent leur voyage jusqu'à Aix-en-Provence et de là, par les Alpes-Maritimes, jusqu'en Piémont. Pendant son séjour à Turin, Lyell fit la connaissance de Bonelli, qui était en ce moment occupé à étudier les coquilles tertiaires de l'Italie, et ce fut alors qu'il tenta l'application de l'idée qu'il avait déjà conçue, de classer les dépôts tertiaires selon la proportion des coquilles encore vivantes qui se trouvaient dans chacun d'eux. Avant d'énoncer ses idées à ce sujet, il visita les terrains tertiaires du Vicentin, de Parme, de Florence et de Rome, et étudia avec soin les collections de Guidotti et de Costa. En octobre 1828, pendant une exploration de l'île d'Ischia, il reconnut avec surprise que sur trente espèces de coquilles recueillies dans une couche à près de 2000 pieds au-dessus du niveau de la mer, toutes, à deux ou trois exceptions près, étaient encore vivantes dans la Méditerranée.

Ce fut à son retour à Paris, en 1829, qu'il fit la connaissance de M. Desnoyers, qui s'occupait alors du classement des mollusques tertiaires du bassin de Paris, et celle de M. Deshayes, qui avait conçu, de même que Lyell, l'idée de diviser les formations tertiaires en trois groupes principaux. Après un long entretien avec ce malacologiste distingué, Lyell le pria de préparer une série de tableaux où les espèces appartenant à chaque division seraient énumérées, afin de publier ces tableaux dans le troisième volume de ses *Principes de Géologie*, dont nous parlerons dans quelques instants.

Lyell, comme M. Deshayes, savait cependant parfaitement que la quantité pour cent des espèces encore vivantes serait continuellement

sujette à des modifications numériques, chaque fois que la découverte de nouvelles espèces viendrait changer ces rapports ; mais il sentait en même temps, que le fait important resterait le même, c'est-à-dire que plus les formations tertiaires seraient rapprochées d'âge de la période actuelle, plus grande serait aussi la proportion des formes récentes qu'on verrait mélangées aux espèces éteintes ou propres à la formation.

En 1833 Lyell proposa pour la première fois les noms d'*éocène*, de *miocène* et de *pliocène*, qui ont été généralement adoptés. Ces noms correspondaient à ceux de *tertiaire inférieur*, *tertiaire moyen* et *tertiaire supérieur*, que quelques géologues ont préférés. Lyell savait fort bien, ainsi qu'il l'a souvent dit, que ces divisions préconçues seraient modifiées par la suite, et que chacune devrait être subdivisée à son tour; la nature, en effet, ne trace point de lignes aussi nettes que le désireraient les géologues et les paléontologistes. Lui-même avait proposé de partager son Pliocène en Pliocène inférieur et Pliocène supérieur. De même, on a depuis lors divisé le Miocène en trois étages, et quelques géologues, comme M. Ch. Mayer, séparent le Tertiaire en deux parties qui sont, à leur tour, subdivisées chacune en étages distincts. Il n'en reste pas moins comme fait établi, que les tentatives de Lyell et de Deshayes, en 1830 et 1833, furent le point de départ du classement des nombreux dépôts situés au-dessus de la Craie. C'est dans son cours de Géologie au King's College en 1832, que Lyell énonça les idées qu'il a publiées plus tard dans le troisième volume de ses *Principes de Géologie*.

Le premier volume de cet ouvrage avait été publié en 1830; le second parut en 1831 et le troisième en 1833.

Depuis lors, ce travail classique a eu douze éditions, et l'on peut affirmer que le grand but de la vie de son illustre auteur a été de généraliser la science géologique, pour la rendre facile à comprendre et attrayante aux intelligences même les moins développées. Lyell savait coordonner les faits avec une clarté extrême, et il modifiait ses idées, sans arrière-pensée, à mesure que ses propres découvertes ou celles d'autres géologues le rendaient nécessaire. Il cherchait toujours la largeur des vues, sans cependant négliger les détails sur lesquels elles étaient basées. Chaque édition a été remaniée de telle façon que la douzième, comparée à la première, forme presque une œuvre différente.

Par ses ouvrages élémentaires, Lyell a fait plus qu'aucun autre géologue pour populariser la science et pour l'entourer d'un attrait pour ainsi dire irrésistible. Les *Principes* possèdent une originalité de conception qu'aucun de leurs imitateurs n'a pu surpasser ni même atteindre, et leur traduction en diverses langues a établi une véritable

communion d'idées entre les régions civilisées les plus éloignées les unes des autres.

Pendant toute sa vie, depuis la publication du premier volume des *Principes*, Lyell a voyagé de tous les côtés en Europe et en Amérique, dans le grand et noble but de s'assurer de l'exactitude de ses inductions et pour rassembler des faits nouveaux afin de maintenir ses ouvrages le plus possible au niveau de la science.

En 1838 Lyell publia un autre ouvrage élémentaire sous le titre d'*Éléments de Géologie*. En 1871 il donna ses *Éléments de l'étudiant en Géologie*, qui, de même que les *Principes*, ont eu plusieurs éditions.

Lyell cherchait toujours à expliquer les phénomènes géologiques du passé par ceux qui s'opèrent actuellement sous nos yeux, et je regrette qu'il ne me soit pas possible, dans ce résumé, d'analyser, même de la manière la plus superficielle, l'immense variété des sujets qu'il a discutés avec une vérité et une franchise remarquables. Il prenait, par exemple, le plus grand intérêt à décrire les causes des oscillations du sol, et sa description des preuves de l'élévation et de l'affaissement du rivage de la mer dans la baie de Baïes, aux environs de Pouzzoles, et notamment au temple de Sérapis, est des plus curieuses ; il démontre, en effet, que depuis le commencement de l'ère chrétienne, le niveau relatif de la terre et de la mer, en cet endroit, a changé deux fois, et que le mouvement d'élévation et d'abaissement a dépassé vingt pieds.

En 1834, après un voyage en Danemark et en Suède, il lut à la Société Royale son célèbre mémoire sur les preuves de l'élévation graduelle du sol dans certaines parties de la Suède.

Il s'est aussi beaucoup occupé des phénomènes relatifs aux volcans et des tremblements de terre, et sa description du Mont Etna est connue de tous les géologues, ainsi que son mémoire *sur la structure de la lave qui s'est consolidée sur des pentes rapides* (avec remarques sur le mode d'origine du Mont Etna et sur la théorie des cratères de soulèvement). Ce mémoire, publié dans les *Philosophical Transactions* de la Société Royale, fut traduit en français, en allemand et en italien. Il dénote, de la manière la plus frappante, l'originalité des recherches du géologue éminent dont nous déplorons la perte.

Lyell a pareillement étudié avec soin la migration des espèces et l'origine de l'espèce; mais ce dernier sujet donne lieu à une grande divergence d'opinions, et nous sommes encore bien loin d'avoir pénétré ce grand mystère de la nature. Lyell penchait vers les opinions de Darwin, sans cependant se dissimuler les difficultés dont ce sujet est enveloppé.

Pour connaître sa pensée, nous ne pouvons mieux faire que de citer quelques lignes du deuxième volume de la onzième édition de ses *Principes :*

« Nous sommes profondément ignorants, ainsi que l'admet M. Darwin, » des lois qui régissent le pouvoir dont nous jouissons de produire la » variabilité; et si, comme cela paraît probable, ces lois embrassent le » principe de développement progressif, expliqué dans le premier » volume (chap. IX), elles doivent être d'une nature si élevée et si » transcendante qu'il faut désespérer de jamais les connaître. Or, en » admettant le fait incontestable qu'il existe dans tous les animaux, » dans toutes les plantes, une tendance de posséder des particularités » qui différencient les individus les uns des autres et de leurs parents, » pourquoi ne pas attribuer à des forces agissant dans le monde orga- » nique et inorganique, pendant des milliers ou des millions de géné- » rations, l'origine de nouvelles races qui varient de plus en plus dans » une certaine direction, jusqu'à ce qu'elles finissent par constituer » des espèces (1). »

Lyell ne s'était point voué spécialement à l'étude de la Paléontologie; mais il avait constamment recours aux connaissances de ses amis en cette matière. Il appréciait l'importance extrême des fossiles dans l'étude de la géologie stratigraphique, et ne négligeait jamais de donner des figures de quelques-unes des espèces les plus caractéristiques de chaque époque.

On a quelquefois reproché à Lyell d'être un peu exclusif; mais ceux qui étudient ses travaux sans arrière-pensée sont forcés de reconnaître qu'il a toujours exposé ses opinions avec franchise et avec l'unique désir d'approcher le plus possible de la vérité.

En 1841 Lyell fut invité à donner un cours de douze lectures sur la géologie à Boston (Massachussets); cela le décida à faire un voyage en Amérique. Son cours eut un très-grand succès : 4 500 cartes d'entrée furent demandées, et chaque jour 3 000 personnes environ assistèrent à ses lectures.

Il saisit cette occasion pour explorer une grande partie des États-Unis, du Canada et de la Nouvelle-Écosse, depuis le Mississipi jusqu'au Saint-Laurent. Son remarquable mémoire sur la retraite des chutes du Niagara donna lieu à de nombreuses discussions et à quelques divergences d'opinions. Lyell disait qu'après des recherches minutieuses il était arrivé à la conclusion que cette retraite pouvait être évaluée à un pied par année en moyenne, et que, si ses conjectures étaient exactes, près de 35 000 ans se seraient écoulés depuis l'époque où les chutes se trou-

(1) *Principes de Géologie*, trad. franç. de la 11e édition, par Ginestou, t. II, p. 401.

vaient à l'escarpement de Queen's Town jusqu'à l'époque actuelle !

Il publia aussi une série de mémoires sur différents sujets, du plus grand intérêt, relatifs à la géologie des États-Unis. Ces mémoires furent par la suite incorporés dans l'ouvrage en deux volumes qu'il fit paraître sous le titre de *Voyages dans les États-Unis du Nord*, œuvre d'un intérêt considérable, non-seulement sous le rapport scientifique, mais aussi au point de vue des mœurs et des usages des habitants de cette vaste et intelligente république.

En 1845 il fit un second voyage en Amérique et étudia avec grand soin la géologie des États du Sud et celle des côtes de l'Atlantique et du golfe du Mexique, qui avaient été dévastées par un tremblement de terre trente ou quarante années auparavant. Ce voyage donna lieu à la publication de deux autres volumes, ainsi que d'une série de mémoires des plus instructifs, que je regrette de ne pouvoir détailler.

Pendant l'été de 1852, Lyell se rendit de nouveau en Amérique en qualité de Commissaire de la grande exposition qui eût lieu à New-York en 1853, et il passa le printemps de 1854 à étudier la géologie de l'île de Madère.

Lyell prenait le plus vif intérêt à tout ce qui avait rapport à la première apparition de l'Homme sur la terre, et en 1863 il publia un gros volume de 506 pages, intitulé : *Preuves géologiques de l'ancienneté de l'Homme, avec remarques sur l'origine des espèces par variation*, et qui a déjà eu plusieurs éditions. Dans cet important travail, l'auteur passe en revue tous les faits les plus saillants, dus à ses propres observations ou à celles des personnes qui se sont occupées du même sujet, et cherche à prouver, par l'accumulation des faits observés, la grande antiquité de la race humaine.

Lyell a fait dans le même but plusieurs voyages en Danemark, en Hollande, en Belgique, en France et en Suisse, pour y étudier les dépôts d'alluvions et les cavernes où des traces de l'Homme ou des objets travaillés par lui se trouvent mêlés à des ossements de quadrupèdes d'espèces éteintes. On peut avoir quelque idée des nombreux sujets traités, par les titres des vingt-quatre chapitres dont se compose ce remarquable travail, et qui, à eux seuls, remplissent huit pages d'impression. Les âges de pierre, de fer, de bronze et leurs produits y sont traités en détail, ainsi que les dépôts fluvio-marins, avec silex taillés, d'Abbeville et de Saint-Acheul, près Amiens, dont la découverte a fait tant d'honneur à M. Boucher de Perthes ; les savantes recherches, dans les mêmes localités, de MM. Prestwich, Falconer, et de divers savants français, y sont aussi rapportées avec toute l'attention qu'elles méritent.

Lyell a étudié avec le même intérêt les anciennes alluvions du bassin

de la Seine et d'autres localités, et énoncé ses idées relatives à l'immense antiquité de l'Homme comparée à l'histoire et aux traditions humaines, dans un savant discours qu'il prononça en présence du prince Albert, lors de la réunion de l'Association Britannique à Aberdeen en 1859.

Lyell a exploré avec un soin minutieux un grand nombre de cavernes et de brèches où étaient enfouis des restes de l'Homme et de Mammifères éteints, notamment celles du Languedoc, de Liége, de Düsseldorf, et bien d'autres en France et en Angleterre. Mais j'étendrais cette esquisse bien au-delà des limites qui me sont imposées, si j'essayais d'analyser un seul des chapitres traités par ce géologue éminent dans l'ouvrage cité.

Son esprit actif ne savait prendre de repos, et même pendant les cinq ou six dernières années de son existence, alors qu'il avait perdu la vue, il ne cessait de dicter à Lady Lyell et à son secrétaire le résultat de ses nombreuses observations.

Lyell a été deux fois président de la Société géologique de Londres, en 1836 et en 1850; il a reçu la Médaille Wollaston en 1865. Il a, pendant les années 1864 et 65, présidé l'Association Britannique pour l'avancement des Sciences. La Société Royale lui a décerné la Médaille Royale en 1834, et la Médaille de Copley en 1858. Il a aussi été élu membre correspondant de l'Institut de France, des Académies des Sciences de Berlin, Munich, Belgique, Copenhague, etc., et d'un grand nombre de Sociétés savantes, qui ont tenu à honneur de mettre son nom sur la liste de leurs membres étrangers. Il a reçu la distinction de Chevalier de l'ordre prussien du Mérite, et les universités d'Oxford et de Cambridge lui ont décerné les degrés honoraires de D.C.L. et de L.L.D. Il était aussi *Deputy Lieutenant* de son comté natif, le Forfarshire.

Après la mort de Lady Lyell, arrivée en 1873, la santé de Lyell chancela rapidement. Le 22 février 1875 il fit une chute dans son escalier; cet accident hâta sa fin, et l'Angleterre et la Science perdirent une de leurs gloires, un homme qui avait fait le plus grand honneur à sa patrie, ainsi qu'à sa science de prédilection. Mais si la mort nous l'a ravi, son nom restera vénéré, et ses ouvrages seront consultés bien longtemps encore; car, plus que personne, il a travaillé pour assurer à la science géologique des fondements solides.

Sur la demande de la Société Royale, S. M. la Reine d'Angleterre et le gouvernement ont voulu lui rendre les honneurs auxquels ses mérites lui donnaient droit : son cercueil fut déposé avec solennité sous une voûte de l'ancienne Abbaye de Westminster, à côté de celui de son ami Sir John Herschel, et des autres célébrités de notre époque.

Lyell a, pour ainsi dire, vu naître la science géologique; il était contemporain de Hutton, de Playfair, de W. Smith, de Macculloch, de Conybeare, de Daubeny, de Greenough, de Buckland, de Fitton, de Mantell, de De la Bèche, de Logan, de Forbes, de Hugh Miller, de Poulett Scrope, de Phillips...

Modeste et sans prétention, il savait combien, malgré les cinquante années qu'il avait consacrées à la science, ses connaissances étaient limitées, et combien il lui restait encore à découvrir. « Mon travail, m'a-t-il dit plus d'une fois, n'est qu'une grande ébauche, une tentative plus ou moins marquée au sceau de la vérité. »

Il s'empressait toujours de communiquer ses idées de la manière la plus gracieuse à tous ceux qui cherchaient à les posséder, et à encourager ceux qui commençaient à s'occuper de la science. Il voulut leur être utile même après sa mort, et dans ce noble but il légua à la Société géologique de Londres une somme de 50 000 francs, ainsi que le coin d'une médaille de bronze dite Médaille Lyell. D'après ses volontés, le tiers au moins du revenu annuel de cette somme doit être décerné par le Conseil de la Société avec la médaille, et le reste, dans la proportion que le Conseil croira convenable, distribué à des personnes des deux sexes, pour récompenser des travaux déjà exécutés, ou pour aider à de nouvelles recherches, sur la géologie ou sur les sciences qui s'y rattachent. Un pareil legs fait honneur à son illustre fondateur.

Grâce à la libéralité de Wollaston, de Murchison et de Lyell, la Société géologique de Londres a annuellement à sa disposition trois médailles et une somme de plus de trois mille francs à dépenser pour l'encouragement et l'avancement de la géologie.

Par la mort de Lyell, de Murchison, de Sedgwick, l'Angleterre a perdu les trois géologues les plus éminents de la vieille école, ceux qui ont, pour ainsi dire, fondé la Géologie dans ce pays; ils ont fait place à de jeunes savants, qui par leurs études spéciales sont destinés à compléter les grands travaux commencés avec tant de succès par leurs prédécesseurs.

M. Matheron fait la communication suivante :

Note sur les dépôts **crétacés lacustres** *et d'*eau saumâtre *du* Midi *de la* France,

par M. Ph. **Matheron.**

On sait que les puissantes assises de couches lacustres et d'eau saumâtre qui existent dans le Midi de la France, ont été considérées pen-

dant longtemps, par un grand nombre de géologues, comme formant un seul tout appartenant à la période tertiaire moyenne, mais qu'en réalité elles offrent une succession d'étages distincts dont les caractères et la position relative ont été l'objet de recherches nombreuses et assidues.

C'est à la suite de ces recherches, auxquelles je ne suis pas demeuré étranger, qu'on avait été amené à considérer ces dépôts comme une grande série de couches, offrant successivement presque tous les termes de l'échelle tertiaire, et à la base de laquelle on croyait retrouver, dans les lignites de Fuveau et dans les couches de Rognac, de Vallemagne, du Cengle, de Vitrolles et d'Alet, les représentants synchroniques de l'Éocène inférieur du bassin de Paris.

Cette séduisante manière de voir, que je partageais du reste, paraissait assez rationnelle. Cependant de nouvelles observations me portèrent d'abord à l'amender dans une certaine mesure (1), puis à la modifier de manière à pouvoir exposer devant la Société géologique, extraordinairement réunie à Marseille (2), comment la logique des faits obligeait à placer dans le terrain crétacé, non-seulement les couches lignitifères du bassin de Fuveau, qui semblaient être l'équivalent lacustre de la Craie blanche, mais encore les couches de Rognac et de Vallemagne, qui constituaient de la sorte les dernières assises crétacées de la série fluvio-lacustre du Sud-Est de la France (3).

Au premier abord, cette opinion, que j'ai eu l'occasion de développer plus tard (4), a pu paraître un peu hasardée, mais, comme elle reposait sur des faits, elle ne pouvait manquer de faire son chemin, et en effet il y a lieu de croire qu'elle est aujourd'hui généralement admise dans la science.

En cet état de choses, je ne pense pas qu'il soit nécessaire de revenir sur ce sujet, et si j'en rappelle les termes, c'est uniquement parce que cela me paraît indispensable au point de vue des questions qui font l'objet de cette note.

Ces questions sont les suivantes :

1° Quel est le groupe de couches du bassin de Fuveau qui correspond au terrain garumnien de M. Leymerie ?

(1) *Recherches comparatives sur les dépôts fluvio-lacustres tertiaires*, p. 108 et 109 et tableau synoptique ; 1862.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXI, p. 538 et suiv. ; 1864.

(3) On sait qu'à la suite de recherches indépendantes des miennes, M. Leymerie est arrivé, de son côté, à établir que plusieurs groupes de couches qu'on était habitué à considérer comme tertiaires, devaient désormais figurer dans le terrain crétacé.

(4) *Notice sur les Reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau (Mémoires de l'Académie de Marseille)* ; 1869.

2° Quelles sont les couches du même bassin qui représentent les dernières assises du terrain crétacé?

Pour l'intelligence de ce que j'ai à dire à cet égard, il est indispensable de rappeler sommairement la constitution géognostique de la série lacustre et d'eau saumâtre du Sud-Est de la France, d'en fixer la position par rapport à des horizons bien connus, et de préciser, avant tout, quelles sont les dernières couches du terrain crétacé marin sur lesquelles reposent ses premières assises.

A. Ces couches, qui seront notre point de départ, occupent la partie supérieure du groupe de couches du Sénonien inférieur dont M. Coquand a fait son étage santonien, lequel est surtout caractérisé par les *Ostrea Matheroniana, Radiolites sinuatus, R. fissicostatus, Rhynchonella difformis, Terebratula Toucasiana,* etc.

Elles sont immédiatement supérieures à la zone de l'*Ostrea acutirostris* et sont caractérisées par une faune spéciale, qu'on retrouve cependant en partie aux environs d'Aix-la-Chapelle (1) et dans le Tyrol (2), et dans laquelle figurent, comme espèces caractéristiques, les *Cassiope Coquandiana, C. Renauxiana, Pholadomya rostrata, Crassatella Galloprovincialis,* etc.

Ces couches, qui affleurent sur divers points des bassins de Fuveau et du Beausset, et qui sont surtout bien développées au Plan d'Aups, ont joué une sorte de rôle préparatoire, en ce sens qu'elles ont été déposées dans les eaux littorales, peu profondes et déjà probablement un peu altérées, d'une mer qui se retirait peu à peu, pour faire place à des eaux saumâtres.

B. Les couches B, qui viennent au-dessus, sont très-variables. Elles renferment presque partout des fossiles d'eau saumâtre, auxquels sont cependant quelquefois associées des coquilles terrestres et fluviatiles.

Elles constituent un étage qui affleure sur presque tout le pourtour du bassin de Fuveau et qu'on rencontre aussi au Plan d'Aups et dans les environs du Beausset et de La Cadière.

Cet étage, qui n'a jamais été signalé ailleurs qu'en Provence, est caractérisé par le *Melanopsis Galloprovincialis*, par de grandes Cyrènes et par bien d'autres fossiles qui lui sont tous spéciaux.

C. L'étage C est celui des lignites de Fuveau. Il présente une série de très-nombreuses couches de calcaire, de calcaire marneux, de marne et de lignite, et il renferme les vestiges d'une multitude de coquilles lacustres et les restes de quelques Vertébrés, parmi lesquels ceux de deux véritables Crocodiles (3).

(1) Müller, *Monographie der Petrefacten der Aachener Kreideformation;* 1847.

(2) Zekeli, *Die Gasteropoden der Gosaugebilde;* 1852; — Zittel, *Die Bivalven der Gosaugebilde;* 1864-1866.

(3) *Not. sur les Reptiles foss. du bassin de Fuveau,* précitée.

Cet étage occupe une grande surface dans le département des Bouches-du-Rhône; on en rencontre plusieurs lambeaux dans celui du Var. Il paraît être spécial au Sud-Est de la France. Les nombreux fossiles qu'on y trouve lui sont spéciaux.

D. L'étage D est celui de Rognac; il se subdivise en trois zones:

A la base, marnes, calcaires compactes et calcaires marneux, avec Physes, Mélanies, Cyclostomes, Anostomes, *Lychnus* et *Unio;*

Au milieu, grès et marnes multicolores, avec un grand Saurien, l'*Hypselosaurus priscus;*

En haut, marnes, calcaires marneux et calcaires compactes, avec Cyclostomes, *Lychnus*, Bulimes, Paludines, etc.

Ces trois étages B, C et D sont en stratification concordante et constituent un ensemble qui mesure plus de 800 mètres d'épaisseur.

L'étage D n'est point spécial au département des Bouches-du-Rhône; il se prolonge à l'est dans celui du Var, et à l'ouest jusqu'à Vallemagne, dans l'Hérault; il se montre aussi dans le département de Vaucluse, aux environs de Valqueiras, et en Espagne.

E. L'étage de Rognac est recouvert par un puissant étage remarquable par l'intensité de la couleur rouge des argilolites dont il est presque exclusivement composé et auxquelles sont subordonnées des couches de brèches polygéniques.

Cet étage se montre dans le Var, les Bouches-du-Rhône, l'Hérault et l'Aude; il constitue, dans ce dernier département, la majeure partie de ce que d'Archiac appelait le groupe d'Alet; il existe aussi en Espagne, où il est, à ce qu'il paraît, très-développé.

F. Au-dessus de cet étage rouge se présentent des couches calcaires caractérisées par une faune spéciale, qui n'a aucun rapport avec celle de Rognac. C'est la faune qu'on rencontre dans l'intéressante localité de Montolieu (Aude), si riche en belles et grandes Physes *(Physa prisca)*.

Dans les Bouches-du-Rhône, cet horizon fossilifère affleure sur les hauteurs de Saint-Antonin et sur les deux rives de l'Arc, dans le défilé de Langesse, près d'Aix.

Au-dessus de ces couches se présentent, suivant les lieux, deux sortes de dépôts, savoir :

Dans le département de l'Aude.

G. Puissantes couches de calcaire nummulitique, dont les plus inférieures sont caractérisées par des myriades d'Alvéolines et par des Operculines.

C'est le Nummulitique de la Montagne-Noire.

Dans le Sud-Est de la France.

H. Puissantes couches de calcaire lacustre, dans lesquelles je n'ai encore rencontré qu'une Physe et un Bulime.

Ce sont ces couches calcaires qui forment les escarpements de Vitrolles et du Cengle. Elles sont inséparables des couches précédentes F.

I. Après le dépôt, qui paraît avoir été simultané, de ces couches G et H, la mer nummulitique s'étant retirée, de nouvelles couches lacustres se sont déposées de part et d'autre. Ce sont des marnes, des calcaires marneux et des calcaires compactes, avec *Bulimus Hopei* vers la base, et *Strophostoma lapicida* vers le haut. C'est l'horizon lignitifère de La Caunette et du calcaire de Ventenac (1); c'est aussi celui de Grabels, près de Montpellier, et du Montaiguet, près d'Aix.

Ces couches I, qui sont incontestablement plus anciennes que les couches à *Lophiodon* d'Issel, me paraissent être l'équivalent lacustre des assises inférieures du Calcaire grossier du bassin de Paris.

L'objet spécial de la présente note rend inutile la continuation de l'examen des divers étages qui se succèdent plus haut dans la série; il suffit de rappeler qu'au-dessus des couches I, on rencontre tous les termes de l'échelle tertiaire, depuis les couches à *Lophiodon* jusques et y compris des couches, toujours lacustres, qui appartiennent au Miocène moyen.

La position relative de tous ces groupes de couches, B, C, D, E, F, G, H et I, est chose passée depuis plusieurs années dans le domaine des faits incontestables. On peut donc admettre, avec une certitude absolue, que les lignites de Fuveau sont plus anciens que le grand étage de Rognac, D, et que celui-ci est, à son tour, plus ancien que les couches à Physes de Montolieu, F, et, à plus forte raison, que les couches nummulitiques, G, de la Montagne-Noire.

Ceci admis, examinons comment sont disposés les groupes de couches qui constituent le terrain garumnien type de M. Leymerie, et voyons quelle est la nature des assises entre lesquelles ce terrain se trouve intercalé.

J. Dans le Sud-Ouest de la France, et particulièrement dans la Haute-Garonne, les couches marines du terrain crétacé proprement dit ne finissent pas, comme dans la Basse-Provence, à la hauteur des couches A qu'on rencontre immédiatement au-dessous des couches les plus inférieures de la série du bassin de Fuveau. Dans cette région, les dépôts marins crétacés continuent, de telle sorte qu'ils forment une série qui comprend la craie à Inocérames et à *Micraster* de Tercis, et un étage supérieur qui est constitué par la craie nankin de Gensac, dont M. Leymerie a donné une excellente description en 1851 (2).

Cette craie de Gensac est caractérisée par les *Orbitoïdes Gensacica*, *O. socialis*, *Cyphosoma magnificum*, *Cidaris Ramondi*, *C. Faujasi*, *Hemipneustes Pyrenaïcus*, *H. Leymeriei*, *Ostrea vesicularis*, *O. larva*,

(1) J'ai signalé l'existence de ce calcaire dans mes *Recherches comparatives*, p. 70; 1862.

(2) *Mémoires de la Société géologique*, 2e série, t. II, p. 177; 1851.

O. auricularis (O. Pyrenaïca, Leymerie), etc., etc. Elle n'est pas spéciale à la région étudiée par M. Leymerie : on la rencontre dans les Charentes et en Espagne, et, à en juger par un échantillon d'*Ostrea larva* que je dois à l'obligeance de M. Meissonnier, inspecteur général des Mines, elle se montrerait dans les environs de Suez.

K. C'est au-dessus de cette craie nankin que repose l'étage inférieur du terrain garumnien type, à la base duquel se trouve le *Sphærulites Leymeriei*, Bayle, auquel succèdent, un peu plus haut, diverses espèces de coquilles d'eau saumâtre, telles que les *Cyrena Garumnica*, Leym., *Cerithium figolinum*, Vidal, *Melanopsis avellana*, Sandberger (*M. Serschsensis*, Vidal), *Actæonella Baylei*, Leym., etc., etc.

L. Cet étage inférieur est recouvert par un étage moyen, souvent constitué par de puissantes couches de calcaire extrêmement compacte, dans lesquelles il n'a pas encore été trouvé un seul fossile.

M. Enfin vient un troisième étage, formé par des couches de calcaire un peu marneux, que caractérisent des fossiles marins, entièrement différents de ceux qu'on rencontre dans l'étage inférieur K.

Ces fossiles sont généralement disposés suivant deux zones : une zone inférieure avec Acéphales et Gastéropodes, et une zone supérieure dans laquelle sont confinés les Échinides qui composent la colonie de M. Leymerie et parmi lesquels on a cru reconnaître quelques espèces de la craie de Tercis et le *Cyphosoma magnificum* de la craie de Gensac (1).

Au nombre des espèces d'Échinides que j'ai recueillies dans cet étage, se trouve le *Micropsis microstoma*, Cotteau.

Telle est, en résumé, la composition du terrain garumnien type, que tout le monde peut étudier à Ausseing, à Auzas et dans les environs d'Aurignac (2).

N. Après cet étage à Échinides arrivent, en stratification qui semble concordante, les nombreuses couches qui constituent le terrain nummulitique, lequel est bien plus développé dans cette région qu'il ne l'est sur le revers méridional de la Montagne-Noire.

La position relative des groupes de couches J, K, L, M et N, étant incontestable, et le groupe J, au sommet duquel se trouve la craie de Gensac, se rattachant par sa base, c'est-à-dire par la craie de Tercis, à des couches absolument analogues à celles sur lesquelles repose le calcaire à *Cassiope*, A, du bassin de Fuveau, il est évident que la série des couches de la Haute-Garonne et celle du Sud-Est de la France, qui

(1) On voudra bien me permettre de conserver quelques doutes sur les identités spécifiques qui ont été signalées.

(2) Voir pour les détails : *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XIX, p. 1106 et 1122, où sont décrites par M. Leymerie des coupes d'une rigoureuse exactitude.

sont toutes les deux couronnées par le terrain nummulitique ou par son équivalent lacustre, occupent, l'une comme l'autre, une position intermédiaire entre ce terrain et l'étage santonien.

Si donc on les compare entre elles, on se trouve en présence de deux systèmes de couches dont on est forcé de proclamer la contemporanéité, alors, cependant, qu'ils semblent n'avoir rien de commun entre eux, tant sont grandes et profondes les différences qu'ils présentent au double point de vue de la paléontologie et de la pétrographie.

Ces différences n'étaient pas de nature à faciliter l'étude de la coïncidence respective des divers étages de ces deux systèmes de couches, et on comprend qu'elles aient pu amener entre M. Leymerie et moi une divergence d'opinions qui tenait surtout à ce qu'il me paraissait difficile d'admettre, avec ce savant, que deux groupes de couches aussi disparates que le sont, au point de vue paléontologique, ceux de Rognac et de Montolieu, pussent être tous les deux synchroniques du terrain garumnien.

Tel était l'état de la question, lorsque, en 1871, M. Luis Vidal, ingénieur au corps des Mines d'Espagne, me fit l'honneur de me consulter sur un *Lychnus* qui avait été trouvé dans le Garumnien de la province de Barcelone. Mon attention fut vivement éveillée, et je ne tardai pas à obtenir de l'extrême complaisance de mon nouveau correspondant, des renseignements et des communications qui vinrent dissiper mes doutes. On jugera de l'intérêt qu'offraient ces communications quand j'aurai dit que, parmi les fossiles provenant d'un seul et même gisement, qui me furent adressés par M. Luis Vidal, il se trouvait à la fois quelques espèces qu'on rencontre dans l'étage inférieur du Garumnien de la Haute-Garonne, et des échantillons de la *Melania armata* ressemblant, à s'y méprendre, à ceux qui existent dans certaines couches de l'étage de Rognac.

Je n'ai pas visité les gisements décrits par M. Vidal; mais les notes réitérées qui m'ont été adressées par ce savant ingénieur, et les explications qu'il a bien voulu me donner lorsque, il y a quelques années, il est venu en France, ont été si claires, si précises, que je n'ai jamais pu concevoir l'ombre d'un doute sur l'existence du fait que cette réunion d'espèces fossiles mettait en évidence.

Ce fait important prouve péremptoirement que le Garumnien catalan sert de lien entre les couches inférieures d'Auzas et l'étage de Rognac, dont le synchronisme, pressenti par M. Leymerie, se trouve de la sorte justifié (1).

(1) Je n'ai pas livré de suite ce fait à la publicité, parce que je savais que M. Vidal devait le consigner dans un mémoire qui a, en effet, paru en 1874 dans le *Boletin*

Mais l'existence de ce fait indéniable ne prouve nullement que le calcaire compacte L et les couches à Mollusques et à Échinides M, qui constituent respectivement l'étage moyen et l'étage supérieur du Garumnien type de la Haute-Garonne, soient, eux aussi, synchroniques de l'étage de Rognac. Les observations de M. Vidal tendent à démontrer le contraire, car elles établissent qu'au lieu d'être recouvert par des couches analogues à celles qui constituent les deux étages précités, le terrain garumnien catalan est surmonté, sur quelques points, par une puissante assise de couches rutilantes semblables à celles qui existent en France au-dessus de l'étage de Rognac, et dont on ne voit pas le moindre vestige au-dessus des couches à Échinides de la Haute-Garonne.

L'existence de cette assise rutilante au-dessus du Garumnien du Nord-Est de l'Espagne, et son absence au-dessus du Garumnien type, l'absence, au-dessus du Garumnien espagnol, de couches analogues à celles qui constituent les deux étages moyen et supérieur de ce Garumnien type, sont deux faits réciproques que mettent en évidence les recherches de M. Vidal, et dont les conséquences, sur lesquelles nous reviendrons bientôt, n'échapperont à personne.

Les renseignements qui m'ont été fournis par M. Vidal démontrent, en outre, qu'il n'y a nulle part, dans le Garumnien catalan, des couches analogues aux couches à Physes de Montolieu, et, conséquemment, que si ces couches existent en Espagne, elles doivent être situées, comme en France, au-dessus des couches rutilantes.

Les recherches de M. Vidal permettent de se faire une idée des rapports qui ont existé jadis entre la mer garumnienne et les petits bassins d'eau douce et d'eau saumâtre qui étaient non loin de ses rivages. Ces recherches montrent, en effet, qu'à un moment donné la mer a pu facilement envahir quelques-uns de ces petits bassins, et qu'elle a de la sorte interrompu, par des dépôts marins, dans lesquels abondent des Hippurites et des Polypiers, une série de couches lacustres qui était en voie de formation et dont le dépôt a recommencé à s'effectuer lorsque plus tard, les eaux de la mer s'étant retirées, ces bassins furent de nouveau occupés par des eaux douces ou par des eaux saumâtres.

C'est dans un de ces bancs marins intercalés au milieu de couches lignitifères avec Mélanies et Cyrènes, qu'on rencontre, à Isona, dans la province de Lérida, l'*Hippurites Castroi*, Vidal, et divers Polypiers nouveaux, dont deux, les *Valloria Egoscuei* et *Columnastræa Leymeriei*, ont été décrits par M. Vidal dans le mémoire précité, et dont les

de la Comision del Mapa geologico de España. Depuis, M. Leymerie a fait à ce sujet une communication à la Société géologique (3e sér., t. III, p. 516; 1875).

autres, qui appartiennent à différents genres, seront prochainement décrits par moi dans une notice spéciale qui sera insérée dans le Bulletin de la Commission de la Carte géologique de l'Espagne.

La question de la position du terrain garumnien catalan par rapport au terrain crétacé du Nord-Est de l'Espagne ne pouvait échapper à l'attention de M. Vidal. Les observations auxquelles il s'est livré à cet égard établissent, de la manière la plus précise, quelles sont les couches que l'on rencontre lorsque, partant d'un horizon qui paraît être celui de l'*Hippurites organisans*, on remonte la série crétacée jusqu'aux dernières couches marines sur lesquelles reposent les premières assises du Garumnien.

Ce sont d'abord des marnes et des calcaires marneux, renfermant un nombre assez considérable d'espèces nouvelles de Lamellibranches et de Brachiopodes, avec lesquelles on trouve : *Ostrea Matheroniana*, *Janira quadricostata*, *Rhynchonella difformis*, etc.

C'est incontestablement là le niveau du Sénonien inférieur (Santonien de M. Coquand), qu'on rencontre en Provence, aux Martigues, au Beausset et au Plan d'Aups, et qui occupe dans la série crétacée une position immédiatement inférieure à la zone de l'*Ostrea acutirostris*.

Viennent ensuite des calcaires marneux plus ou moins arénacés, vers la base desquels se montrent des espèces nouvelles d'*Hemiaster* et de *Terebratella*, mêlées à l'*Ostrea larva*. On rencontre, à mesure qu'on s'élève davantage dans la série, d'autres espèces nouvelles, appartenant aux genres *Hemipneustes*, *Goniopygus*, *Hemiaster*, *Cidaris*, *Pecten*, *Pinna*, *Rhynchonella*, *Terebratella*, *Pleurotomaria*, etc., et gisant avec les *Salenia scutigera*, *Ostrea larva* et *O. auricularis (O. Pyrenaïca)*.

C'est au-dessus de cette grande assise fossilifère, dont la partie supérieure au moins représente la craie de Gensac, qu'on rencontre un banc d'Huîtres sur lequel reposent les premières couches de lignite garumnien.

Cette coupe paraît présenter quelques lacunes ; mais elle suffit, telle qu'elle est, pour démontrer que le Garumnien du Nord-Est de l'Espagne, l'étage inférieur du Garumnien de la Haute-Garonne et le grand étage de Rognac sont tous les trois placés à la même hauteur dans la série crétacée.

Elle prouve, en outre, que, lorsque dans le Sud-Est de la France se déposaient, du côté de Fuveau, d'abord les couches littorales à *Cassiope Coquandiana*, puis des couches d'eau saumâtre et enfin des couches d'origine lacustre, le Nord-Est de l'Espagne et le Sud-Ouest de la France n'avaient pas cessé d'être baignés par les eaux de la mer, et qu'en dernière analyse il faut voir dans les trois séries de couches précitées, A, B et C, du bassin de Fuveau, les équivalents synchroni-

ques de tous les dépôts marins qui existent dans la série crétacée au-dessus de la zone à *Ostrea acutirostris*, jusques et y compris la craie à *Ostrea larva* de Gensac.

S'il en est ainsi, et si, comme je crois que le démontrent les faits signalés par M. Vidal, les couches de Rognac ne correspondent en effet dans la Haute-Garonne qu'à l'étage inférieur du Garumnien type, il reste à savoir par quel groupe de couches les deux étages moyen et supérieur de ce terrain sont représentés dans le Sud-Est de la France et dans le Nord-Est de l'Espagne : c'est-à-dire qu'il reste à faire disparaître les incertitudes qu'on éprouve encore lorsqu'on cherche à coordonner entre eux les deux systèmes de couches suivants :

SYSTÈME DU SUD-EST DE LA FRANCE.

Dans le Sud-Est de la France.	*Dans l'Aude.*
I. Calcaire lacustre du Montaiguet, passant par sa base au calcaire H.	I. Calcaire lacustre de Ventenac.
H. Calcaire lacustre du Cengle et de Vitrolles, passant par sa base au calcaire F.	G. Nummulitique de la Montagne-Noire.
F. Calcaires à Physes à Langesse et à Saint-Antonin.	F. à Montolieu.
E. Grand groupe de couches d'argilolites rutilantes avec couches de brèches polygéniques très-développé, surtout dans les Bouches-du-Rhône.	peu développé à Montolieu.
D. Grand étage de Rognac.	Manque dans l'Aude.

SYSTÈME DU DÉPARTEMENT DE LA HAUTE-GARONNE ET DU NORD-EST DE L'ESPAGNE.

Dans le département de la Haute-Garonne.	*Dans le Nord-Est de l'Espagne.*
N. Terrain nummulitique.	Calcaires blancs ou gris.
M. Étage supérieur du Garumnien type, avec Échinides et Mollusques marins.	Grès friables.
L. Étage moyen du Garumnien : calcaire sans fossiles.	Argilolites rutilantes.
K. Étage inférieur du Garumnien, à *Cyrena Garumnica*.	Terrain garumnien des provinces de Barcelone et de Lérida.

La solution de cette question dépend, en grande partie, de la position qu'il convient de donner aux couches à Physes de Montolieu.

En effet, si l'on remarque :

1° Que ces couches sont situées au-dessous du terrain nummulitique de la Montagne-Noire ;

2° Qu'il n'en existe aucune trace dans la série de couches qu'on rencontre dans la Haute-Garonne entre Ausseing et Belbèze;

3° Qu'on ne voit rien dans cette série qui permette de supposer qu'il y existe une lacune;

On conclura que la véritable question consiste à savoir par quelles couches ce calcaire à Physes de Montolieu se trouve représenté dans cette série de la Haute-Garonne.

Cette question posée, si l'on ne perd pas de vue que ce calcaire de Montolieu est immédiatement supérieur aux couches rutilantes E, et, par conséquent, supérieur aussi aux couches rutilantes qui recouvrent le terrain garumnien catalan, lequel, ainsi que nous l'avons vu, n'est représenté dans la Haute-Garonne que par l'étage inférieur du terrain garumnien type, on sera forcément amené à poser en fait que ce n'est qu'au-dessus de la portion de la série de ce département qui est synchronique des couches rutilantes, que peut exister celle qui correspond aux couches à Physes de Montolieu. L'équivalent de ces couches ne peut donc se trouver que vers la partie supérieure de l'étage à Échinides ou à la base du terrain nummulitique.

C'est là une nouvelle question, dont la solution me paraît être subordonnée aux considérations suivantes.

La ligne de démarcation entre le terrain nummulitique de la Montagne-Noire et le terrain de Montolieu est des mieux tranchées. Cela ne saurait étonner, puisqu'il s'agit, d'une part, d'un terrain essentiellement marin, présentant à sa base des couches presque entièrement composées de Foraminifères, et, d'autre part, de couches qui sont d'origine lacustre et ne peuvent conséquemment renfermer que des fossiles terrestres et fluviatiles.

Mais il s'en faut beaucoup que l'on puisse séparer les couches fossilifères de Langesse et de Saint-Antonin, qui font suite à celles de Montolieu, des couches lacustres H qui les surmontent. Ces deux systèmes de couches sont en effet si intimement liés entre eux qu'il est impossible de saisir au juste le point où finit le premier et où commence le second. Il y a plus : les couches H se lient à leur tour au grand groupe de couches I, dont le prolongement vers l'ouest vient recouvrir le terrain nummulitique G, de telle sorte que, lorsqu'on part de l'assise à Physes F et qu'on remonte la série, on rencontre successivement des couches lacustres qui sont la suite les unes des autres et qu'il n'est pas possible de distinguer autrement que par quelques changements qui se manifestent peu à peu dans les caractères paléontologiques.

Ce fait est d'autant plus significatif qu'on ne remarque, au contraire, aucun lien commun entre ces couches à Physes de Langesse et les assises rutilantes sur lesquelles elles reposent.

On ne voit donc pas pourquoi ces couches seraient plutôt rattachées aux assises inférieures, avec lesquelles elles n'ont aucun rapport, qu'aux couches supérieures H, dont, en définitive, elles constituent la base et avec lesquelles elles sont si intimement liées.

Cette manière de voir est d'autant plus admissible, que le terrain nummulitique est loin de présenter dans la Montagne-Noire le même développement que dans bien d'autres localités du Midi de la France (1). On remarque en effet, par exemple entre Ausseing et Belbèze, au-dessus des couches à Échinides M, et à la base du terrain nummulitique, un groupe de couches qui paraît manquer dans la Montagne-Noire et dont les couches à Physes occupent probablement la place (2).

S'il en est ainsi, il faut admettre que la mer nummulitique existait déjà dans la Haute-Garonne à l'époque de la faune de Montolieu, et que ce n'est que plus tard, après le dépôt des calcaires qui sont caractérisés par les vestiges de cette faune, qu'elle vint envahir le département de l'Aude.

Il n'est pas hors de propos de faire remarquer que le dépôt de ces couches à Physes correspond au commencement d'une période de tranquillité relative, qui a succédé à une longue période de troubles et d'agitation pendant laquelle sont survenues, dans les conditions biologiques, des modifications indéniables en présence des différences radicales qui existent entre les deux faunes de Rognac et de Montolieu.

Ainsi, de toutes les manières, on ne voit pas comment il serait possible de séparer ces couches à Physes de celles qui les recouvrent et qui sont incontestablement tertiaires.

Il est donc permis de penser que ces couches sont situées tout à fait à la base de la série tertiaire, et qu'elles sont représentées dans la Haute-Garonne par des couches nummulitiques qui n'existent pas dans la Montagne-Noire (3).

Il suit de là que la portion de la série de couches de la Haute-Garonne qui correspond à l'étage rutilant K, est justement celle qui est formée par les deux étages moyen et supérieur du terrain garumnien type.

En réponse à la première des deux questions posées au commence-

(1) M. Leymerie a, de son côté, constaté ce fait dans sa *Description géognostique du versant méridional de la Montagne-Noire*, p. 54; 1873.

(2) C'est dans cette partie inférieure du terrain nummulitique que me paraissent devoir être comprises les couches qu'on exploite dans une grande carrière située entre Ausseing et Belbèze. Ces couches renferment beaucoup de Lamellibranches, presque tous inédits.

(3) On a cru, et j'ai cru moi-même dans le temps, que les couches de Montolieu étaient synchroniques du dépôt lacustre de Rilly. En l'état de nos connaissances, cette opinion n'est pas admissible. Rilly est incontestablement moins ancien que Montolieu.

ment de cette note, nous pouvons donc dire que le terrain garumnien de M. Leymerie correspond aux couches de Rognac par son étage inférieur, et aux argiles rutilantes par ses deux étages moyen et supérieur.

Cette sorte de synchronisme complexe explique comment il se trouve que le terrain garumnien type soit composé de trois éléments qui n'ont d'autres rapports entre eux que leur superposition. Il est facile de voir que cette constitution hétérogène tient surtout à ce que ce terrain correspond à deux périodes bien distinctes, dont la seconde, à laquelle se rapportent ses deux étages moyen et supérieur, ainsi que les couches rutilantes E, a été marquée par de grands changements dans le relief du sol du Midi de la France.

L'observation démontre en effet, qu'avec les dernières assises du grand étage de Rognac et, par conséquent, avec les dernières couches de l'étage inférieur du terrain garumnien type, a fini une période de tranquillité relative, qui a été suivie d'une période de troubles et de perturbations, pendant la durée de laquelle des phénomènes, probablement très-complexes, ont eu pour effet de détruire à jamais la riche faune de Rognac, de déterminer le dépôt de grandes masses de brèches polygéniques et d'argilolites, de donner lieu à l'émission des matières ferrugineuses auxquelles ces argilolites doivent l'intensité de leur coloration, et de produire dans le relief du sol les changements qu'accusent suffisamment les deux natures d'origine auxquelles sont dûs les deux étages moyen et supérieur du terrain garumnien type.

L'observation démontre de la sorte que ces argilolites sont tout à fait indépendantes des couches de Rognac. Au surplus, cette indépendance n'est pas spéciale à la France. M. Coquand, dans ses excursions en Espagne, a eu l'occasion d'étudier dans les environs de Ségura, en Aragon, les relations des couches à *Lychnus*, les mêmes qui ont été l'objet des recherches de de Verneuil, avec les argiles rouges, qui, là comme en France, sont accompagnées de brèches polygéniques, et de constater que ces argiles constituaient, au-dessus des calcaires abrupts et dépouillés de toute végétation, un étage parfaitement distinct, raviné et couvert de pins.

Ces couches rouges ne sauraient donc être considérées comme une sorte d'accident se rattachant aux calcaires de Rognac. Elles constituent un véritable étage, qui est suffisamment caractérisé par la faune complexe de l'étage supérieur du terrain garumnien, et qui se trouve naturellement placé à la partie la plus supérieure de la série crétacée.

Cette conclusion répond à la seconde question.

J'indique dans le tableau suivant la position respective des différents groupes de couches dont il a été question dans le courant de cette note.

	DANS LE DÉPARTEMENT DES BOUCHES-DU-RHÔNE.	PROLONGEMENT VERS LA MONTAGNE-NOIRE A MONTOLIEU.	DE LA HAUTE-GARONNE.	DU NORD-EST DE L'ESPAGNE.
BASE DU TERRAIN TERTIAIRE.	I Calcaire lacustre du Montaiguet, près d'Aix.	Calcaire lacustre de Ventenac.		
	H Calcaire lacustre du Cengle et de Vitrolles.	G Terrain nummulitique de la Montagne-Noire.	Terrain nummulitique.	
	F Couches à Physes de Langesse.	F Couches à Physes de Montolieu.		Calcaire lacustre.
PARTIE SUPÉRIEURE DU TERRAIN CRÉTACÉ.	E Grand étage des argilolites rutilantes.	Argilolites peu développées à Montolieu.	Couches à Échinides de Belbeze et de Tuco. / Calcaire d'eau douce très-compacte et sans fossiles. (Terrain garumnien de M. Leymerie.)	Grès gris et argiles rutilantes.
	D Étage de Rognac.		Étage inférieur à *Cyrena Garumnica*. (Terrain garumnien de M. Leymerie.)	Terrain garumnien catalan.
	C Étage de Fuveau.		Craie de Gensac à *Ostrea larva*.	Craie de Gensac à *Ostrea larva*, passant peu à peu à la zone ci-dessous.
	B Couches d'eau saumâtre.			
	A Couches littorales à *Cassiope Coquandiana*.		Craie de Tercis.	
	Zone à *Ostrea acutirostris*.			
	Etage à *Ostrea Matheroniana*.			Étage à *Ostrea Matheroniana*.

A la suite de cette communication, M. **Leymerie** présente les **observations** suivantes :

Le type garumnien est compris, dans les Petites Pyrénées de la Haute-Garonne, entre l'étage crétacé à *Hemipneustes, Ostrea larva, Nerita rugosa,* etc., qui représente la Craie de Maestrichît, et le terrain à Nummulites, qui, dans toute l'étendue des Petites Pyrénées, y compris les Corbières, commence invariablement par le calcaire à Miliolites.

Dans l'origine, ne sachant que faire de cet étage inconnu jusqu'alors, renfermant des Sphérulites à la base, et au sommet une faune toute nouvelle, au milieu de laquelle se trouvaient des Oursins très-connus de la Craie, formant par leur ensemble une véritable colonie, je l'avais lié au Nummulitique, en donnant à l'ensemble le nom provisoire d'*épi-crétacé,* qui représentait bien à cette époque l'état des choses tel que je le voyais.

Des études nouvelles et persévérantes m'ayant amené à reconnaître que ce terrain ne renfermait que de fort rares individus du terrain à Nummulites, et que sa faune était nouvelle, avec des genres et des espèces à peu près exclusivement crétacés, je me décidai à le séparer du terrain sur-jacent, pour en faire un étage crétacé plus récent que toutes les craies connues jusqu'à ce jour, sauf, peut-être, la craie danienne, qui n'offre toutefois avec celle des Pyrénées que très-peu de ressemblance.

Ce type garumnien, qui dans la Haute-Garonne semble être principalement marin, devient lacustre en se prolongeant dans l'Ariége et dans l'Aude, où il reste toujours compris entre les mêmes limites, savoir : à la base, le grès à lignites, qui n'est qu'un faciès de la Craie de Maestricht ; au-dessus, le calcaire à Miliolites. En même temps la colonie disparaît, le calcaire compacte intermédiaire persiste et les couches argilo-arénacées et marneuses inférieures et supérieures à ce calcaire passent à une argilolite rutilante, renfermant un poudingue fleuri qui rappelle singulièrement la brèche du Tholonet du bassin de Fuveau. Ce passage, qui se fait constamment entre deux limites fixes et qu'il est facile de constater *de visu* en suivant les couches, me semble irréfutable, et il a été reconnu par tous ceux qui ont étudié le terrain.

M. d'Archiac a eu le mérite de reconnaître la nouveauté de ce terrain rutilant avec calcaire lacustre, dans les Corbières ; mais on a peine à comprendre comment un géologue de ce mérite a pu lui associer le grès d'Alet, formation marine qui représente ici le calcaire à *Hemipneustes,* et constituer, par la réunion de ces deux formations si distinctes, un seul étage sous-nummulitique tertiaire, sous le nom de *groupe d'Alet.*

La vérité est que ce *groupe d'Alet*, que plusieurs géologues ont eu le tort d'assimiler dans son entier au terrain garumnien, se compose de deux étages, l'un et l'autre crétacés, dont l'un, le grès d'Alet, représente la *Craie de Maestricht*, et l'autre, les argilolites rutilantes, avec leurs calcaires et leur poudingue fleuri, l'étage *garumnien*.

Je n'insisterai pas sur la correspondance exposée par M. Matheron, qui existe entre les étages lacustres du bassin de Fuveau et la Craie de nos Petites Pyrénées. Je me bornerai à faire remarquer que cette heureuse concordance entre les observations de mon savant confrère et les miennes, faites indépendamment les unes des autres dans deux régions si éloignées et si différentes, donnent à ces observations une importance qu'elles n'auraient point euë sans cela.

La valeur du type garumnien se trouve encore augmentée par la reconnaissance de cet étage sur le versant espagnol, suivant une zone qui en Catalogne fait *pendant*, pour ainsi dire, à celle du versant français. J'ai déjà fait remarquer que dans ces gîtes espagnols le faciès rutilant lacustre, qui dans nos Petites Pyrénées règne seul entre les limites ci-dessus indiquées, présente à sa base la faune marine ou d'estuaire dont le type est à Auzas, dans la Haute-Garonne; de sorte que sur le versant sud des Pyrénées, les deux faciès, séparés et distincts du côté de la France, se trouvent habituellement réunis.

J'ai déjà eu l'occasion de dire qu'en Catalogne l'assise supérieure du terrain dont il s'agit renferme, avec des Cyrènes très-analogues aux nôtres, les Huîtres et les Mélanopsides d'Auzas, et, de plus, des Hippurites et ces *Lychnus* que M. Matheron vient de signaler comme étant identiques avec ceux de la Provence.

Ces beaux résultats, qui donnent à nos observations un nouveau degré d'intérêt, sont dus à deux ingénieurs espagnols attachés à la Carte géologique de l'Espagne : l'un, M. Vidal, partant d'un fait que j'avais observé au col de Nargo, dans la vallée de la Sègre, a exploré le versant catalan avec le plus grand succès et découvert des faits très-curieux; l'autre, M. Mallada, chargé d'une reconnaissance géognostique de la province de Huesca, a poursuivi vers l'ouest les observations de M. Vidal et constaté, de ce côté, le prolongement de la zone garumnienne, représentée par des couches où abondent les *Lychnus*. Il est à croire que cette zone s'éteint en entrant dans la province d'Aragon, ce qui concorderait avec l'absence du Garumnien dans la partie occidentale des Pyrénées françaises.

Je saisis avec plaisir cette occasion de rendre hommage au zèle et au mérite des ingénieurs espagnols chargés des observations pour la Carte géologique de l'Espagne. Toutes les parties de ce pays si intéressant sont activement explorées, et les observations recueillies et

mises en œuvre dans des mémoires où les auteurs se montrent très au courant des questions géologiques de toutes natures. La commission chargée de la direction et de la concentration des travaux a déjà fait paraître plusieurs fascicules, où se trouvent des mémoires substantiels, accompagnés de belles planches.

M. **Munier-Chalmas** considère le calcaire de Rognac comme correspondant au terrain danien ; les marnes rouges signalées par M. Matheron à la partie supérieure du Garumnien sont l'équivalent du calcaire pisolithique des environs de Paris, et les calcaires à Physes appartiennent à l'Éocène inférieur.

M. Hollande fait la communication suivante :

Terrains sédimentaires *de la* Corse, par M. D. Hollande.

La Corse s'étend du 6° 15′ 3″ de longitude E. au 7° 16′ et du 41° 15′ 6″ de latitude N. au 43° 1′ 25″. Une ligne courbe, partant de Togna et passant par les monts Incudine, Rotondo, Cinto, Traunato et Padro, pour aboutir à l'Algajola, la divise en deux parties bien distinctes : au nord-est sont des dépôts sédimentaires ; au sud-ouest, des roches granitiques, sauf le petit bassin primaire d'Osani.

Jusqu'à présent les terrains sédimentaires de la Corse avaient été considérés comme primitifs, crétacés et tertiaires ; j'ai entrepris leur étude, et, grâce aux bienveillants conseils de MM. Hébert, Munier-Chalmas et Dieulafait, je suis parvenu à des conclusions différentes.

C'est aux environs de Corte, dans la Restonica, que les assises sédimentaires se prêtent le mieux à l'étude stratigraphique. On trouve, dans le haut de la vallée, une puissante couche de protogine, bien stratifiée, recouverte par des schistes dans lesquels est intercalé un banc de calcaire saccharoïde qui donne un marbre rappelant le bleu turquin. Au confluent de la Restonica et du Tavignano, ces schistes supportent un calcaire noir, charbonneux, exploité comme marbre ou pierre à bâtir. C'est sur ce calcaire que reposent des couches d'un calcaire riche en *Terebratula gregaria*, Suess, appartenant, par conséquent, à l'Infrà-lias. Plus à l'est l'Infrà-lias est recouvert par le calcaire nummulitique.

La couche de protogine que je viens de signaler commence vers le pont du Vecchio et se dirige vers le nord-ouest jusqu'aux montagnes de Castirla et à la chaîne du Tenda. Je l'ai retrouvée sur plusieurs autres points de l'île, entre autres dans la Sierra-di-Pigno.

Le calcaire saccharoïde, intercalé dans les schistes, forme également une longue bande dirigée S. E. - N. O.; il est très-développé au Razzo-Bianco, au kil. 74 de la route de Serragio à Corte, au col Animanda, à Borgo-di-Carignano, à Ortiporio, à Brando, etc.

Le calcaire noir, charbonneux, est très-abondant aux environs de Corte; je n'y ai malheureusement trouvé aucun fossile. Dans la Sierra-di-Pigno, il devient bleu et légèrement cristallin. A Corte, dans le Nebbio, à la base de la Sierra-di-Pigno, ce calcaire repose sur les schistes et est recouvert par l'Infrà-lias; il est donc antérieur au Jurassique; je le crois carbonifère, pour les raisons que voici :

Au sud-ouest de l'île, au milieu des granites et des porphyres, à la tour du Chevalier-San-Marino, à Capitello, etc., il existe des couches de schistes complétement semblables à ceux de la Restonica, qui se terminent par un calcaire gris, renfermant, outre de nombreux fragments d'Encrines, quelques fossiles que M. Fischer a reconnus comme caractérisant le Carbonifère supérieur. Or la position stratigraphique de ce calcaire est identique avec celle du calcaire charbonneux de Corte et de la Sierra-di-Pigno (1).

L'Infrà-lias, avec *Avicula contorta*, Suess, *Plicatula intusstriata*, Dunk., est très-bien développé dans le bassin du Nebbio, principalement entre le Serragio et le Fiuminale. On en retrouve des lambeaux dans le centre de l'île, à Pedani, entre Ponte-alla-Leccia et Morosaglia, à Pietrabello, au col de San-Quilico, et surtout aux environs de Corte.

Sur tous ces points, l'Infrà-lias se termine par une épaisse couche d'un calcaire gris, compacte, que je rapporte au Lias. C'est sur cette couche que reposent, dans le Nebbio, des assises riches en *Nummulites Ramondi*, Defr., *Orbitolites Fortisi*, d'Arch., *O. submedia*, d'Arch., *Liotina Gervillei*, Defr. sp., *Pecten Favrei*, d'Arch., *Cyclolites Vicaryi*, Haime, etc., et qui, par suite, doivent être rapportées à l'Éocène moyen.

Les couches éocènes, dont j'ai déjà donné la description (2), sont surmontées par le Miocène de la plaine d'Aleria, qui est, à son tour, recouvert, entre les étangs del Sale et del Siglione, par un sable jaune à fossiles pliocènes.

Il existe également des dépôts miocènes à Bonifacio et à Saint-Florent; ils sont recouverts par un poudingue quaternaire très-riche en fossiles.

La Corse nous offre donc la série suivante de terrains sédimentaires :

(1) Au sud-ouest de Galeria, à Osani, le calcaire à Encrines est recouvert par des couches d'anthracite, avec bancs de calcaire noir, schisteux, contenant des empreintes de plantes de l'époque houillère : *Sphenopteris*, *Nevropteris*, etc.

(2) V. *suprà*, p. 34.

Terrains.		*Nature des dépôts.*	*Principaux gisements.*
Quaternaires		Diluvium	Plaines de Biguglia et d'Aleria.
		Brèches osseuses	Il Forcone.
		Poudingues	Ponte-alla-Leccia.
		Tufs	Bistuglio.
		Poudingue fossilifère	Golfe de St-Florent.
Tertiaires	Pliocène	Sable jaune très-fossilifère.	Entre les étangs del Sale et del Siglione.
	Miocène	Mollasse marine	St-Florent, Aleria. Bonifacio.
	Éocène	Poudingue	Balagne, Nebbio, Caporalino, San-Quilico, Asinao.
		Grès macigno	
		Grès et calcaires alternant.	
		Calcaire schisteux	
		Calcaire bleuâtre, fossilifère	
Secondaires	Lias et Infrà-lias.	Calcaire gris compacte	Nebbio, Corte, Pedani, col de San-Quilico.
		Calcaire à *Avicula contorta*, *Plicatula intusstriata*, *Terebratula gregarea*	
	Trias ?	Grès vert	Nebbio.
Primaires	Carbonifère.	Calcaire noir, schisteux, à anthracite	Osani.
		Calcaire gris de fumée, fossilifère	Galeria.
		Calcaire bleu, cristallin	Monte-Pigno.
		Calcaire noir, cristallin	Corte.
	Terrains inférieurs au Carbonifère.	Schistes luisants	Galeria, Capitello. Sierra-di-Pigno, Monte-Masragia.
		Calcaire serpentinifère	
		Calcaire cristallin	
		Calcaire saccharoïde	
	Schistes cristallins.	Micaschistes	Belgodere, Balagne.
		Gneiss	
		Protogine	Restonica, Tenda.

M. Delage fait une communication sur les couches **siluriennes** et **dévoniennes** des environs de **Saint-Germain-sur-Ille** (Ille-et-Vilaine).

M. de Tromelin combat les conclusions de M. Delage.

Séance du 1er mai 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

M. Delesse communique la note suivante :

Sur une **Roche** *intercalée dans le* **gneiss** *de la* **Mantiqueire** *(Brésil)*,

par M. H. **Gorceix.**

Au milieu des gneiss qui constituent la partie la plus importante de la Mantiqueire (province de Minas-Geraës), j'ai rencontré une roche qui, par ses caractères et sa composition, paraît être de l'épidote en masse. Cette roche se présente en amas assez considérables près du tunnel de Pedro-Alvès, sur le chemin de fer de Don Pedro II, au milieu de gneiss très-riches en mica noir, dans lesquels sont intercalées des couches de diorite stratiforme.

Elle a l'aspect d'un grès friable, formé de grains de grosseur variable, à angles aigus, montrant encore quelques faces cristallines qui ne permettent guère que des mesures approximatives.

L'homogénéité de la roche n'est altérée que par quelques petites poches remplies d'ocre jaune, et dans sa composition il ne paraît entrer qu'un seul minéral, sauf, peut-être, quelques petits grains d'idocrase interposés.

Sa densité à 24° est de 3, 40. Elle fond facilement, avec un léger bouillonnement, en une scorie noire, dont la densité, notablement inférieure, est de 2, 86. Sa dureté est comprise entre 6 et 7.

Les grains les plus volumineux, taillés grossièrement, m'ont permis d'apercevoir à la lumière polarisée une hyperbole, et, d'après quelques mesures d'angles, je regarde ces cristaux comme appartenant au système du prisme oblique à base rhombe.

Réduite en poudre, la roche est en partie attaquée à chaud par l'acide chlorhydrique ; après fusion, elle fait gelée avec l'acide azotique.

Plusieurs analyses, qui ne présentent que quelques différences dans les proportions de fer et d'alumine, ont donné pour composition de la roche :

Silice	38. 5
Alumine	25. 1
Chaux	23. 2
Protoxyde de fer	10. 4
Magnésie	traces
Perte au feu	2. 6
Total	99. 8

Les quantités d'oxygène de la silice, de l'alumine et des protoxydes, seraient alors dans le rapport : 7, 4, 3. Cette composition et les diffé-

rentes propriétés du minéral qui constitue la roche me la font considérer comme une épidote où le fer se trouverait en partie à l'état de protoxyde.

M. Sauvage fait la communication suivante :

Notes sur les **Reptiles fossiles**, par M. H.-E. **Sauvage**.

Pl. XI-XII.

7 (1). *De la présence du genre* Polycotylus *dans le Jurassique supérieur et la Craie du Nord de la France.*

Pl. XI, fig. 1-1*b*; pl. XII, fig. 4.

Les remarquables travaux de Cuvier, de Conybeare et d'Owen nous ont révélé l'existence de curieux Reptiles aux époques jurassique et crétacée; ces Reptiles sont les Énaliosauriens : Ichthyosaures, Plésiosaures et Pliosaures. MM. Seeley, Cope et Leidy nous ont fait mieux connaître les animaux confondus sous le nom de Plésiosaures, les seuls dont nous ayons à parler ici. C'est ainsi que récemment M. Seeley, se fondant sur la différence de composition de l'arc scapulaire chez ces animaux, a pu établir les genres *Eretmosaurus* (type : *Plesiosaurus rugosus* du Lias), *Colymbosaurus* (type : *Plesiosaurus megadeirus* du Kimméridgien), *Muræosaurus* (Oxfordien), *Rhomaleosaurus* (type : *Plesiosaurus Cramptoni* du Lias) (2). Déjà M. Cope avait créé le genre *Elasmosaurus* (3), et M. Leidy le genre *Cimoliasaurus* (4).

L'arc scapulaire des Élasmosaures est tout à fait différent de celui des Plésiosaures vrais, aussi M. Cope a-t-il considéré ces animaux comme le type d'une famille distincte, celle des *Elasmosauridæ*, caractérisée par l'absence d'os mésosternal distinct.

Les genres *Elasmosaurus* et *Cimoliasaurus* appartiennent à cette famille. Dans le premier, les vertèbres cervicales postérieures sont

(1) Voyez *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. I, p. 365.

(2) *Note on some of the generic modifications of the Plesiosaurian pectoral Arch* (*Quart. J. geol. Soc.*, 1874, p. 436).

(3) *Geology of the extension of the Union Pacific railroad*, p. 68; 1868; — *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 1868, p. 92; — *The Vertebrata of the Cretaceous formations of the West* (*Report of the U. S. Geological Survey of the Territories*, t. II), p. 75; 1875.

(4) *Proceedings of the Ac. Nat. Sc. Philadelphia*, t. V, p. 325, et t. VII, p. 72, pl. II, fig. 4-6; 1851-54.

dépourvues de diapophyses; le cou est long, les vertèbres cervicales étant allongées et comprimées. Dans l'autre genre, les vertèbres sont courtes, déprimées; le cou est court; les vertèbres cervicales postérieures sont pourvues d'une diapophyse.

Le premier de ces genres rappelle les Plésiosaures, le second les Pliosaures. Le *Plesiosaurus constrictus* de la Craie d'Angleterre pourrait, suivant M. Cope, appartenir au genre Élasmosaure.

Un autre genre doit se placer près de ceux-ci : c'est le genre *Polycotylus*, récemment établi par M. Cope (1). Chez les *Polycotylus* le cou était très-réduit, la queue relativement forte, plus développée encore que chez les Élasmosaures. Cette force de la partie postérieure du corps semble avoir contrebalancé la réduction des parties antérieures.

Suivant M. Cope, les *Polycotylus* et les *Elasmosaurus* représentaient, mais pauvrement, dans la grande mer intérieure américaine, un ordre largement représenté à la même époque dans les baies et les golfes de l'Europe. La raison en serait peut-être qu'en Amérique les *Pythonomorpha* sont abondants et semblent avoir joué dans les mers crétacées du Nouveau continent le rôle que remplissaient les Plésiosaures et les Pliosaures dans l'Ancien continent. On ne connaît, en effet, en Europe que cinq espèces de Pythonomorphes, tandis que ces animaux forment plus de la moitié des Reptiles trouvés dans les calcaires du Kansas et sont fort nombreux dans ceux de New-Jersey et de l'Alabama.

Le genre *Polycotylus* n'était représenté que par une espèce de la Craie d'Amérique, lorsque nous eûmes l'occasion d'étudier un humérus du côté droit recueilli par Dutertre-Delporte dans les couches kimméridgiennes supérieures de Boulogne-sur-Mer (Pl. XI, fig. 1-1*b*).

Cet os indique un animal à membres plus grêles et plus élancés que l'espèce de la Craie d'Amérique. Il est, en effet, plus long et plus étroit que l'humérus du *Polycotylus latipinnis;* sa partie inférieure est beaucoup moins élargie. Nous donnerons à cette espèce le nom de *Polycotylus suprajurensis*.

L'humérus que nous étudions est fortement renflé vers la tête et s'aplatit peu à peu vers la partie inférieure, de telle sorte que son épaisseur, étant de 0m068 au point le plus épais, n'est plus que de 0m018 à la partie la plus étroite. Il présente trois faces à la partie supérieure, près du col, mais n'en a plus que deux, presque également planes, à la portion inférieure; ces deux faces sont séparées par deux bords minces et presque tranchants.

(1) *Synopsis of the Extinct Batrachia and Reptilia of North America (Transactions of the American philosophical Society*, 2e sér., t. XIV), p. 34, pl. I, fig. 1-12; 1870 : — *Vertebr. Cret. form. West*, p. 70, pl. VII, fig. 7 et 7 *a* ; 1875.

La tête de l'os est grosse, nettement séparée du corps; sa partie la plus saillante est la partie antérieure. Cette tête est allongée dans le sens longitudinal. Les bords antérieur et externe sont en courbe assez régulière; le bord interne est échancré, surtout vers sa partie postérieure, qui est la plus étroite. Comme on le remarque pour l'espèce d'Amérique, la tête de l'os présente de nombreuses cavités; des cavités semblables se retrouvent au col. On voit, à la face externe de la tête, une profonde gouttière, qui se continue en rainure sur le col et se prolonge à la partie interne de la face antérieure; elle est analogue à celle du biceps. D'autres gouttières creusées sur le bord antérieur de la tête logeaient également des tendons.

La face postérieure du corps, arrondie près de la tête, est plane dans tout le reste de son étendue.

Le bord interne, en s'unissant avec la face postérieure, devient saillant et presque tranchant; il présente, vers la moitié de sa longueur, un trou large et profond. Un peu en dessous de ce niveau, la face antérieure montre un autre trou nourricier vers le bord externe.

Sur cette face antérieure se trouve en haut, et à l'union avec la face interne, une forte tubérosité donnant insertion à un puissant muscle de l'épaule. La face externe cesse, avons-nous dit, dans le tiers inférieur de la longueur de l'os; elle nous montre deux trous nourriciers très-larges.

Après la mort de l'animal, l'extrémité inférieure de l'os a été rongée par d'autres Reptiles aux dents puissantes, de telle sorte qu'il nous est impossible de nous faire une idée exacte de la forme de cette partie et de connaître exactement la longueur de l'os. Nous avons pu toutefois relever les dimensions suivantes:

Longueur approximative de l'os	0m265
Épaisseur maximum de la tête	0.068
Largeur maximum de la tête	0.055
Épaisseur au niveau du col	0.046
Largeur maximum au niveau du col	0.038
Largeur maximum à l'extrémité inférieure du corps	0.062
Épaisseur de cette partie	0.018
Épaisseur maximum du corps au niveau de la tubérosité	0.038

Nous croyons pouvoir rapporter au même genre un fragment d'humérus recueilli par M. Barrois dans le Gault à *Ammonites Milletianus* de Grandpré (Ardennes). La tête articulaire de cet os ressemble beaucoup à celle du *Polycotylus suprajurensis;* la partie glénoïdale est toutefois plus bombée et présente une sorte de crête saillante qui la divise en deux; les contours de cette partie sont aussi différents. Le fragment figuré (Pl. XII, fig. 4) indique certainement une espèce distincte de

celles de la Craie d'Amérique et du Jurassique de Boulogne-sur-Mer; il est à désirer que la découverte de fragments mieux conservés nous fasse connaître d'une manière plus complète ce représentant, dans le Crétacé d'Europe, d'un genre encore à peine défini.

8. *Sur un* Iguanodon *du Jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer.* Pl. XII, fig. 5 et 5 *a*.

Dans notre *Mémoire sur les Dinosauriens et les Crocodiliens des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer* (1), nous avons décrit (2) une première phalange du côté gauche du troisième doigt péronier et une phalange unguéale du doigt externe d'un Dinosaurien très-voisin de l'*Iguanodon* des terrains wealdiens d'Angleterre. Nous écrivions, au sujet du premier de ces os : « Il est bien peu probable qu'un pied aussi trapu ait pu appartenir à un animal carnassier, tel que le *Mégalosaure*, dont la marche devait forcément être rapide, comme celle de tous les animaux qui se nourrissent de proie vivante; on doit plutôt présumer que la phalange que nous étudions indique un animal robuste, mais lourd et massif, un herbivore rappelant jusqu'à un certain point, comme allure, nos Éléphants actuels. L'*Iguanodon*, si la pièce que nous venons de décrire appartient bien à un animal de ce genre, l'*Iguanodon* du Kimméridgien serait d'une tout autre espèce que son successeur du Wealdien, et pourrait se caractériser par une taille moins grande et des proportions plus trapues. Il est vrai d'ajouter que l'on constate d'assez notables différences entre la phalange trouvée à Boulogne et celle de l'*Iguanodon* de Mantell, mais les ressemblances sont assez grandes pour que, quant à présent du moins, nous ne puissions être autorisé à considérer cette espèce comme indiquant un animal herbivore de genre nouveau. »

Depuis que ces lignes ont été écrites, nous avons pu examiner, dans la collection Dutertre-Delporte du Musée de Boulogne-sur-Mer, une dent molaire supérieure qui a la plus grande ressemblance avec certaines des dents de l'*Iguanodon Mantelli* figurées par M. R. Owen (3). Les différences que l'on constate ne sont, en réalité, que des différences spécifiques, qui, jointes à celles que l'on remarque aux phalanges, motivent la création d'une espèce nouvelle que nous désignerons sous le nom d'*Iguanodon præcursor*.

(1) *Mémoires de la Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. X, n° 2 ; 1874.

(2) *Op. cit.*, p. 12. pl. I, fig. 7-8.

(3) *Monographs on the British fossil Reptilia of the Wealden formation*, part II : *Dinosauria*, pl. XVIII, fig. 1 et 2 ; 1854 ; — *Suppl. n° V to the Monogr. foss. Rept of the Wealden and Purbeck form.* : Iguanodon (*Palæont. Soc.*, 1873. pl. I, fig. 4)

La dent que nous décrivons (Pl. XII, fig. 5 et 5*a*) est longue de 0m043, large de 0m024 et a 0m014 dans sa plus grande épaisseur. Le sommet en est usé; il est probable toutefois qu'il ne devait pas se terminer par des dentelures comme celles que l'on constate sur les dents typiques d'*Iguanodon*. A la face externe, de même que sur la pièce représentée par M. Owen, l'on remarque quelques plis saillants de l'émail; ces plis sont toutefois moins prononcés que sur les dents de l'espèce du Wealdien; assez saillants aux deux bords de la dent, les plis de la partie médiane ne sont qu'au nombre de deux, et encore se réunissent-ils pour former un large pli médian, qui se perd vers la base de la dent.

La face externe de la dent est fortement bombée vers sa partie terminale. Les bords sont épais, beaucoup moins toutefois dans la partie tranchante que vers la base; celle-ci présente une large cavité pulpaire. Toute la surface de la dent porte de nombreuses vermiculations.

Connus, il y a quelques années encore, par une seule espèce, le *Megalosaurus insignis*, dans les couches supérieures du Jurassique, les Dinosauriens sont aujourd'hui représentés à ce niveau par des types assez variés; nous pouvons citer en effet, parmi les carnassiers, le *Megalosaurus insignis* du Kimméridgien du Havre et de Boulogne, et l'*Omosaurus armatus* du Kimméridgien de Swindon (1); parmi les herbivores, à la même époque, l'*Iguanodon præcursor* et le *Bothriospondylus suffossus*; ce dernier genre, voisin des *Hylæosaurus*, né dès l'époque du Forest-marble (*B. robustus*), se continue dans le Wealdien de Tilgate par les *B. magnus* et *B. elongatus* (2).

9. *De la présence du type dinosaurien dans le Gault du Nord de la France.*

Pl. XI, fig. 2 et 2 *a*; pl. XII, fig. 1-3.

Abondamment représentés dans la Craie de l'Ouest de l'Amérique du Nord par les genres *Agathaumas, Hypsibema, Hadrosaurus, Palæoscincus, Astrodon, Cionodon, Polyonax, Ornithotarsus, Troodon, Aublysodon, Lælaps, Cœlosaurus* (3), les Dinosauriens ne sont guère

(1) R. Owen, *Monogr. on the Brit. foss. Reptilia of the mesozoïc formations*, p. 45, pl. XI-XXII (*Palæont. Soc.*, 1875).

(2) Owen, *op. cit.*, p. 15, pl. III-IX.

(3) Voyez : Cope : *Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia*, 1865, p. 275 ; *Synopsis of the Extinct Batrachia and Reptilia of North America* (*Trans. Am. phil. Soc.*, 2e sér., t. XIV) ; 1870-71 ; *On the existence of Dinosauria in the transition beds of Wyoming* (*Proc. Am. phil. Soc.*, t. XII. p. 181) ; 1872 ; *Report on the Stratigraphy and pliocene*

connus en Europe que par les animaux du Wealdien, c'est-à-dire de la base des formations crétacées ; il est dès lors intéressant de décrire les restes des Reptiles de cet ordre recueillis dans les terrains plus récents.

Remarquons toutefois que M. Seeley a fait connaître, sous le nom de *Craterosaurus Pottonensis*, un fragment de crâne rapportable sans doute à un Dinosaurien, fragment recueilli dans le lit à nodules de phosphate de Potton (Bedforshire) que quelques géologues classent dans le *Lower Greensand* (1).

M. Charles Barrois a signalé dans le Gault de la Meuse et des Ardennes un *Hylæosaurus* trouvé par lui dans la zone à *Ammonites mamillaris* et un *Megalosaurus* provenant des zones à *Ammonites mamillaris* et *A. Milletianus* (2).

D'un autre côté, M. Ern. Hamy a bien voulu nous faire don d'un os long recueilli par lui dans l'argile du Gault de Blacourt, près Boulogne-sur-Mer, os que l'on doit rapporter à un Dinosaurien (3).

La présence du genre *Megalosaurus* dans la zone à *Ammonites mamillaris* de Grandpré et de Louppy est démoutrée par la trouvaille de dents tout à fait typiques. Celle que nous figurons (Pl. XII, fig. 2) et qui provient du bois de la Penthière, près Louppy, est comprimée latéralement, en forme de pointe de sabre. Le bord antérieur est caréné dans toute son étendue, garni de dentelures fines et serrées; le bord postérieur, presque droit, est également caréné et pourvu, dans toute sa longueur, de dentelures de même force que celles du bord postérieur. La coupe de la dent est régulièrement ovalaire; les faces latérales sont toutefois un peu plus comprimées près du bord postérieur que vers le bord antérieur. La surface de la dent est parcourue par de fines stries dirigées dans le sens de la hauteur. Le sommet est tranchant et aigu.

Suivant Pictet (*Traité de Paléontologie*, t. I, p. 467), chez les Mégalosaures « l'émail dentelé ne descend qu'à une faible distance du sommet. » En écrivant ces lignes, Pictet a évidemment eu en vue le Mégalosaure de Buckland, seule espèce qu'admettent les paléontologistes

vertebrate Palæontology of Northern Colorado (Bull. U. S. Geol. Surv. Territ., n° 1, p. 10); *Review of the Vertebrata of the Cretaceous period found west of the Mississipi river (Id.*, n° 2, p. 5); 1874; *The Vertebrata of the Cretaceous formations of the West (Rep. U. S. Geol. Surv. Territ.*, t. II) ; 1875 ; — Leidy : *Cretaceous Reptiles of the United States*, 1865 ; *Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia*, 1856, p. 72, et 1868, p. 198.

(1) *On the base of a large Lacertian cranium from the Potton Sands, presumably Dinosaurian (Quart. Journ. Geol. Soc.*, 1874, p. 690).

(2) *Les Reptiles du terrain crétacé du N.-E. du bassin de Paris (Bull. scient., hist. et litt. du Nord*, t. VI, avril 1875).

(3) Cette pièce a été déposée par nous dans les galeries d'Anatomie comparée du Muséum.

anglais, et qu'ils supposent avoir vécu depuis l'époque de la Grande Oolithe jusqu'à celle du Wealdien. Chez ce Mégalosaure, en effet, les dentelures du bord postérieur s'arrêtent bien avant la base, la dent étant d'ailleurs tout à fait intacte et encore renfermée dans son alvéole de remplacement (1). Pictet indique de plus que chez les Mégalosaures « les dents, à leur naissance, sont droites, comprimées en scie sur les bords. »

Nous avons fait connaître, après MM. E. Deslongchamps et Lennier (1), sous le nom de *Megalosaurus insignis*, une espèce du Kimméridgien de Boulogne et du Havre (2), dont les dents offrent cette particularité que les dentelures du bord postérieur descendent jusque près de la base; les dents adultes présentent, en outre, tous les caractères assignés par Pictet aux dents nouvellement sorties de leur alvéole. Les mêmes particularités s'observent sur la dent provenant de Louppy, de telle sorte qu'il est intéressant de signaler l'espèce d'alternance que montrent les *Mégalosaures* des différents niveaux géologiques, l'espèce du Wealdien rappelant le Mégalosaure de Buckland de la Grande Oolithe, et le Mégalosaure du Gault ayant les plus grandes affinités avec le *M. insignis* du Kimméridgien et du Portlandien; il nous est, quant à présent, impossible de saisir aucun caractère vraiment spécifique entre les deux espèces.

Il est vrai que chez le Mégalosaure du Jurassique supérieur, les dents de la partie antérieure des mâchoires ne sont dentelées que dans une faible étendue du bord antérieur; or nous figurons, d'après la collection de M. Barrois conservée au Musée de la Faculté des Sciences de Lille, une petite dent provenant de Grandpré (Pl. XII, fig. 3), chez laquelle les dentelures descendent jusqu'à la limite de l'émail, tant au bord antérieur qu'au bord postérieur. Nous avons toutefois signalé chez le *Megalosaurus insignis* des dents provenant de la même partie de la mâchoire, et sur lesquelles les dentelures se continuent très-bas (1). Le seul caractère différentiel que nous ayons pu saisir entre l'espèce du Jurassique supérieur et celle du Gault est l'égalité, beaucoup plus grande chez cette dernière, des dentelures aux deux bords; mais ce caractère est trop fugace pour être réellement spécifique.

Les dents que nous venons d'étudier ne sont pas les seuls restes de

(1) Voyez Owen, *Monogr. foss. Rept. of the Wealden form.*, pl. XI, fig. 1.

(2) Lennier, *Études géologiques et paléontologiques sur l'embouchure de la Seine et les falaises de la Haute-Normandie*, p. 35, pl. XI, fig. 7.

(3) Sauvage, *Mémoire sur les Dinosauriens et les Crocodiliens des terr. jurassiques de Boulogne-sur-Mer*, p. 10, pl. I, fig. 1-3 (*Mém. Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. X, n° 2) ; 1874.

(4) *Op. cit.*, p. 11.

Mégalosaures que M. Barrois ait trouvés dans le terrain crétacé du Nord de la France; nous avons en main une vertèbre provenant d'un animal du même genre (Pl. XI, fig. 2 et 2*a*). Cette vertèbre, malheureusement mutilée, est longue de 0m065. Les faces latérales sont assez fortement excavées dans le sens de la longueur; le bord inférieur forme une sorte de quille peu saillante. La face articulaire, à peine concave, est sensiblement ovalaire. L'apophyse épineuse, dont la base seule est conservée, naît de la plus grande partie de la longueur de la vertèbre.

Dans le genre Hyléosaure, voisin du genre Mégalosaure, la peau est recouverte d'écussons osseux, non imbriqués. Un de ces écussons a été recueilli par M. Barrois dans les sables verts à *Ammonites mamillaris* de Grandpré. La seule espèce connue jusqu'ici est l'*Hylæosaurus armatus* du Wealdien.

Le fragment d'os long trouvé par M. E. Hamy dans le niveau à phosphates de Blacourt, près Boulogne-sur-Mer (Pl. XII, fig. 1-1 *b*), provient incontestablement d'un Dinosaurien, sans que nous puissions dire à quel genre il se rapporte. Il ne rappelle en rien ce que l'on observe chez les Dinosauriens d'Europe, et ses seules affinités seraient avec le genre *Cionodon (C. arctatus)* de la Craie d'Amérique (1), si différent par la dentition de tous les Dinosauriens connus.

Ce fragment de fémur est assez fortement courbé dans son ensemble. Les faces antérieure et postérieure sont arrondies. A la face articulaire, l'un des condyles descend plus bas que l'autre; les faces latérales de ces condyles sont aplaties; les deux condyles, arrondis eux-mêmes en forme de trochlée, sont séparés l'un de l'autre par une gorge profonde.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XI.

Fig. 1-1 *b*. *Polycotylus suprajurensis*, Sauvg.
Fig. 2 et 2 *a*. Vertèbre de Mégalosaure du Gault.

Planche XII.

Fig. 1-1 *b*. Dinosaurien du Gault de Boulogne-sur-Mer.
Fig. 2. Dent de Mégalosaure du Gault de Louppy (Meuse).
Fig. 3. Dent de Mégalosaure du Gault de Grandpré (Ardennes).
Fig. 4. Fragment de fémur de *Polycotylus* du Gault des Ardennes.
Fig. 5 et 5 *a*. *Iguanodon præcursor*, Sauvg., du Jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer.

(1) Cope, *Vertebrata of the Cret. form. West.* pl. I, p. 60, fig. 6-6 *c*; 1875.

M. Labat fait la communication suivante :

*Note sur l'*origine *des* eaux *de* Recoaro *(Italie)*, par M. Labat.

Les problèmes délicats relatifs à l'origine et à la minéralisation des eaux se posent en hydrologie et ne peuvent se résoudre qu'avec le secours de la géologie. Dans cet ordre d'idées, je vais dire un mot des eaux de Recoaro (Vicentin).

Cette intéressante contrée a été l'objet de travaux géologiques nombreux, dûs à Brongniart, à d'Archiac, à MM. Tournouër, Hébert, etc. En 1847, une excursion scientifique étudiait, à nouveau, les vallées de Schio et de Recoaro; les noms de Pasini, de de Buch, de Murchison, de de Verneuil, témoignent de l'importance de cette exploration. Tous ces travaux ont été résumés par Omboni dans le tome V des *Atti della Società italiana di Scienze naturali.*

Nous rappellerons seulement quelques traits relatifs au point spécial qui nous occupe.

Dans la série de montagnes et de vallées qui s'étendent comme les rayons d'un éventail entre le cours de l'Adige et celui de la Brenta, nous distinguerons le val d'Agno où se trouve Recoaro. Le village est au fond de la vallée, dans une sorte d'entonnoir formé par de hautes montagnes, blanches, arides, dentelées. La base de ces montagnes est constituée par des schistes cristallins et les sommets alpins par des calcaires jurassiques. Le grès rouge inférieur, *Arenaria rossa,* dont la position a été bien déterminée dans l'excursion de 1847, repose sur les schistes; par-dessus vient une succession de calcaires et de grès triasiques. En montant au sanctuaire de S. Giuliana, construit sur un monticule à 200 ou 300 mètres au-dessus de l'Agno, on voit un très-bel exemple de grès bigarré ayant subi une forte dénudation.

Je ferai remarquer que le calcaire recueilli par moi au sommet du Spitz (1 150^{m}) est de nature saccharoïde et presque pur. Les grès sont notablement argileux et très-ferrugineux. Les micaschistes présentent leur caractère habituel d'alternance de lames quartzeuses et micacées; ils sont en général très-ferrugineux et renferment de petits amas d'ocre. Certaines variétés, comme celle qui est voisine de la fontaine S. Giuliana, sont argentines, à poussière grasse.

Il est nécessaire de s'arrêter un moment sur la transformation partielle que quelques-uns de ces schistes talqueux ont subie, sans doute par le contact de l'atmosphère. Leurs extrémités saillantes sont converties en une substance terreuse, blanche, entièrement soluble dans

les acides avec effervescence; la solution, convenablement neutralisée, donne les réactions des sels de magnésie. Il y aurait donc conversion d'une roche silicatée en une roche carbonatée. Quelques amas gypseux se rencontrent dans les grès triasiques.

Au milieu de ces couches sédimentaires abondent les roches éruptives, qui doivent avoir singulièrement modifié l'aspect de la contrée. Les principales sont les porphyres pyroxéniques, quelquefois transformés en argile et même en kaolin. Le fameux filon de Fongara, qui traverse les calcaires jurassiques et qui fait saillie au-dessus de la vallée de la Spaccata, passe d'une rive à l'autre de l'Agno et se suit bien au-delà. La dolérite traverse les terrains cristallins et sédimentaires anciens; nous la verrons accompagner la sortie des sources minérales. Les basaltes des terrains tertiaires des environs de Vicence se relient aux trachytes des monts Euganéens, remplissant toute la contrée de leurs coulées, de leurs tufs, de leurs conglomérats. Les tufs basaltiques rouge brique ont donné leur couleur aux terres fertiles qui entourent Vicence. Dans les environs de Valdagno existent des sources de pétrole.

Il était utile de rappeler brièvement ces faits géologiques avant de nous occuper des sources minérales.

Les sources médicinales de Recoaro émergent sur les deux rives de l'Agno, dans les petites vallées latérales. Elles sortent, à une hauteur de 50 à 100 mètres au-dessus du village, de terrains micaschisteux, dans le voisinage de filons de dolérite, ainsi que Pasini l'a démontré en 1841.

Il existe d'autres sources de la même nature, non utilisées; j'en ai trouvé une à 950 mètres, sur le Spitz, au milieu d'une prairie.

Voici les principaux caractères chimiques de ces eaux : elles renferment, par litre, de 1/2 à 1 volume de gaz carbonique, 0gr025 à 0gr05 de sel de fer, 1 à 4 grammes de matières fixes. Ces matières fixes consistent en sulfates et carbonates, avec très-peu de chlorures; la chaux et la magnésie dominent comme bases.

Le premier groupe, qui naît sur la rive droite du torrent, se distingue du groupe de la rive gauche par une plus forte proportion de sels calcaires.

Rapprochons maintenant la constitution des eaux de celle des roches, et nous pourrons discuter valablement la question d'origine et de minéralisation.

L'origine profonde est possible, puisque les roches éruptives ont disloqué les couches stratifiées de tous les âges; la dolérite accompagne les filets d'eau minérale. Des deux phénomènes principaux qui distinguent les sources profondes, à savoir l'acide carbonique et la therma-

lité, nous avons l'acide carbonique en proportion considérable; il n'en est pas de même de la chaleur.

Les eaux du premier groupe marquent constamment 11° c., tandis que celles du second varient de 12 à 13°, sans que la différence d'altitude puisse être invoquée. Si l'on tient compte, d'autre part, du débit moindre de ces dernières et de leur captage imparfait, tandis que les premières coulent sous des galeries voûtées, on comprendra que ces divergences sont de peu d'importance.

J'ai cherché un point de comparaison dans les sources communes : deux de ces sources, assez puissantes, coulent derrière l'établissement, à quelques mètres de la source Lélia. La plus forte marque 11°, l'autre 12. Dans la rivière de l'Agno, auprès du village de S. Giorgio, j'ai pris la température d'une source très-abondante; elle marquait 11°, tandis que l'eau courante était à 16°; les gens du pays m'ont affirmé que cette eau était connue pour rester à la même température dans toutes les saisons. Ce chiffre de 11° correspond à la température moyenne du lieu.

Ce sont là des raisons nombreuses pour admettre que les eaux ferrugineuses de Recoaro ne sont nullement thermales, et qu'elles subissent la loi des sources communes d'un certain volume.

Là ne s'arrêtent point les analogies. La source qui sort derrière le café-restaurant a la même température que l'eau médicinale voisine, la Lélia, et est aussi séléniteuse qu'elle. Elle ne contient ni fer ni carbonates terreux, à cause de l'absence du gaz carbonique. Il est probable que toutes les deux empruntent leur sulfate calcaire aux mêmes terrains. Nous avons vu qu'il y avait du gypse dans les couches supérieures. Quant à la magnésie, la transformation qui a été signalée plus haut permet de comprendre comment une eau chargée de gaz peut entraîner le carbonate à l'état de bicarbonate. Il en est de même du fer, si répandu dans les grès et les micaschistes.

Reste le gaz, dont la présence ne peut s'expliquer que par la profondeur d'où viendraient les sources. Or ce gaz, arrivant d'une région infrà-granitique, peut très-bien rencontrer en route les eaux météoriques, s'y dissoudre jusqu'à concurrence d'un volume, sans pression additionnelle, et les rendre capables de dissoudre les bicarbonates que l'analyse y révèle.

Les eaux minérales ferrugineuses de Recoaro participeraient ainsi de la double origine des eaux minérales en général; elles seraient à la fois superficielles et profondes, selon que l'on tiendrait compte des divers éléments qui s'y trouvent contenus.

Mon intention n'est point de faire sur l'origine des eaux minérales une théorie absolue, ni de combattre l'hypothèse des origines profondes

à la manière des volcans. J'ai voulu montrer, par un exemple, comment l'on peut s'éclairer de l'analyse des faits. Des observations nombreuses, faites sur place, me portent à penser qu'il existe des eaux minérales de toute origine et, plus souvent qu'on le croit, d'origine mixte.

M. **Mallard** ne croit pas que les eaux minérales empruntent leurs éléments aux roches qu'elles traversent. L'alliance du fer et de la magnésie dans les eaux de Recoaro prouve l'origine profonde de ces eaux ; les filons de minerais de fer des Alpes et des Pyrénées contiennent des carbonates de fer et de la magnésie ; ces filons et les sources thermales doivent donc avoir la même origine.

M. **Delesse** ne pense pas que les eaux minérales, même lorsqu'elles contiennent de l'acide carbonique, viennent nécessairement d'une grande profondeur. Des eaux minérales, telles que celles d'Enghien, peuvent se former près de la surface. C'est surtout la température qui peut éclairer sur la profondeur de laquelle viennent des sources minérales.

M. **Tournaire** fait observer que souvent une source chaude et une source froide contenant les mêmes éléments sourdent à peu de distance l'une de l'autre.

Séance du 15 *mai* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Brongniart (Charles), rue Cuvier, 57, à Paris, présenté par MM. Oustalet et Sauvage.

M. Labat fait la communication suivante :

Note sur le **grès macigno** *de la* **Toscane**, par M. **Labat.**

Le grès macigno présente en Toscane un immense développement ; il y forme des collines et des montagnes entières.

L'étude de son gisement et de ses variétés n'a pas été sans difficultés, et elle en offre aujourd'hui encore quelques-unes.

On le plaçait autrefois dans la Craie blanche. Murchison l'a rattaché à la période éocène, en considérant le Nummulitique comme la ligne de séparation entre les terrains tertiaires et les terrains crétacés. Les géologues italiens les plus éminents, Cocchi, Savi, Meneghini, Omboni, ont consacré cette détermination devenue classique. Néanmoins, Savi ne se dissimule pas les hésitations qui peuvent se produire là où manquent les couches nummulitiques. Les fossiles sont, en effet, rares et mal conservés.

Le macigno alterne avec le calcaire dit *alberese*, et avec les schistes argilo-calcaires appelés *galestrini*. A Montecatini j'ai vu très-distinctement la superposition du macigno à ces schistes. Les mêmes calcaires et les mêmes schistes se retrouvent dans le terrain crétacé; on les a distingués par l'épithète d'inférieurs.

Les variétés du grès macigno sont très-nombreuses, même sans sortir de la Toscane.

On définit le macigno un grès de couleur gris d'acier, plus rarement gris-jaunâtre, compacte, à grain fin, quartzeux, micacé, à ciment calcaire. On appelle *pietra morte* un grès jaunâtre, friable, qui a perdu son ciment calcaire et qui cesse de faire effervescence avec les acides.

Dans les carrières de Fiésole, un peu au-dessous des murs étrusques, les ouvriers distinguent la *pietra serena*, variété d'un gris-bleu, et le *bigio*, d'un gris-jaunâtre ou brunâtre, comme son nom l'indique. Cette dernière variété passe pour la plus résistante. Elle est souvent accolée à la première dans le même échantillon.

On retrouve ces deux sortes de pierres dans les monuments des Médicis et dans les murs étrusques. Ces derniers, fort bien conservés sur une longueur de plusieurs centaines de mètres, se composent d'énormes parallélipipèdes dont quelques-uns ont 4 à 5 mètres de longueur sur 0m 75 de hauteur. Les faces et les angles de ces monolithes sont à peine altérés depuis 3000 ans, sous un climat beaucoup moins favorable que celui de la Sicile ou de la Grèce.

Je ne nie pas l'altération du macigno à sa surface, dans certains cas, par la perte du ciment calcaire, mais je suis persuadé que les choses ne se passent pas toujours ainsi, et qu'il y a des grès macigno qui ne s'altèrent pas et d'autres qui sont naturellement et primitivement friables. En outre, certaines variétés de macigno sont très-solides, sans posséder de ciment calcaire.

Dans la vallée du Serchio, sur la route de Barga, j'ai recueilli deux variétés de grès macigno : la première est un grès gris comme la *pietra serena*, à grain fin, compacte, faisant effervescence par les acides et employé pour la construction d'un pont sur un des affluents du Serchio ; la seconde est un grès jaunâtre, à grains plus gros, très-friable, comme

la *pietra morte*. Ce dernier grès n'est point une altération du premier, ainsi qu'on peut le constater par l'examen des tranchées de la route.

Aux environs de Bagni-di-Lucca, sur la rive gauche de la Lima, toute la montagne qui domine le village de Lugliano est constituée par la variété jaunâtre et friable, très-argileuse et non effervescente.

Dans la même contrée, l'on rencontre une variété d'un gris sale, non effervescente, mais néanmoins assez cohérente. Une autre variété, rougeâtre, notablement argileuse et ferrugineuse, ne fait pas non plus d'effervescence et est également plus cohérente que la variété jaunâtre. La cohérence n'est donc pas due uniquement au ciment calcaire.

Enfin, sur la route de San Marcello, le macigno devient grossier et passe au poudingue; il renferme de gros grains de feldspath altérés et qui donnent une poudre argileuse. La roche est dure et cohérente, sans posséder de ciment calcaire.

A Montecatini et aux environs de la Spezzia, le macigno est accompagné des schistes *galestrini*. Il est très-argileux, non calcaire, assez cohérent pour servir aux constructions, et il se fait remarquer par sa division en polyèdres dont certaines faces sont très-micacées, d'autres revêtues d'une couche d'argile, d'autres couvertes de plaques noires d'oxyde de manganèse.

En un mot, les variétés du grès macigno sont très-nombreuses et diversement cimentées.

Le grès macigno friable affecte plus volontiers la coloration jaunâtre ou feuille morte; il est très-argileux et ne fait point effervescence avec les acides. Ces caractères ne lui sont point spéciaux; en effet, nous avons vu que le *bigio* jaunâtre est la pierre la plus résistante pour les constructions, et que plusieurs espèces notablement argileuses et dépourvues de tout ciment calcaire ne manquent point de cohérence.

Il est une confusion que l'on fait encore, malgré les travaux des géologues italiens désignés plus haut; je veux parler de la confusion du macigno et de la *pietra forte;* en voici la cause.

Le macigno est un grès éocène, la *pietra forte* un calcaire crétacé; mais j'ai dit plus haut combien leur délimitation est parfois incertaine. D'autre part, le grès dit *pietra serena* est de la même couleur que la *pietra forte*; il n'y a qu'une légère différence de nuance. Il est à grain fin comme elle. La *pietra forte* elle-même est un peu micacée, et laisse quelques grains de sable comme résidu de la dissolution par les acides. Avec de l'attention, les caractères minéralogiques suffisent pour les différencier, en l'absence des données stratigraphiques.

Un autre motif de confusion vient de l'emploi simultané de ces grès et de ces calcaires pour les constructions et pour le pavage de Florence et des cités de la Toscane.

Mon but, dans cette courte note, a été d'appeler l'attention de la Société sur quelques points délicats relatifs à la grande formation tertiaire du Macigno, dont les conditions paraissent très-différentes de celles de notre bassin parisien.

M. Jannettaz communique la note suivante :

Note sur une Roche **talqueuse** *de la* **Nouvelle-Calédonie,** par M. **Jannettaz.**

Cette matière a été donnée au Muséum d'Histoire naturelle par M. le docteur Filhol. Elle lui avait été remise pendant son séjour à la Nouvelle-Calédonie comme provenant de Kanala.

Elle est très-onctueuse au toucher, d'un blanc légèrement verdâtre, semée de veines jaunes de limonite qui s'y trouvent mélangées. Elle se présente en une masse schisteuse au plus haut degré. La densité en est de 2,7.

Je l'ai analysée par le carbonate de soude, après m'être assuré qu'elle ne renfermait pas d'alcalis. Elle est composée de :

Silice	0. 602
Magnésie	0. 234
Protoxyde de fer	0. 074
Alumine	0. 0385
Eau	0. 051
	0. 9995

Cette composition mène à une formule où il entre un peu trop de silice et même un peu trop d'eau; mais si l'on admet que l'alumine se trouve combinée à une certaine quantité de silice et d'eau, à l'état de Pyrophyllite, on peut établir par le calcul que la quantité 0, 0385 d'alumine exige environ 0,88 de silice et 0,0065 d'eau, d'où résulterait 13,30 % de Pyrophyllite. La roche ne contiendrait donc plus que 86,70 de talc, composé de :

Silice	0. 514
Magnésie	0. 234
Protoxyde de fer	0. 074
Eau	0. 0445
	0. 8665

Les quantités d'oxygène contenues dans la silice d'une part, et d'autre part dans les protoxydes anhydres (magnésie et protoxyde de fer),

sont alors dans le rapport de 5 à 2, et l'on obtient la formule $3\,(\dot{M}g, \dot{F}e)^4\,\ddot{S}i^5 + 4\,\dot{H}$, en admettant qu'une très-petite quantité de l'eau provienne d'une dessiccation incomplète. Le protoxyde de fer s'y trouve en plus grande quantité que dans la plupart des talcs analysés jusqu'ici ; je crois cependant que cet oxyde est un élément essentiel du talc dont il est ici question, parce que je n'ai employé pour l'analyse que les parties où, à un assez fort grossissement, je n'ai observé aucune trace apparente de limonite.

Au microscope. on n'aperçoit dans un fragment pris au hasard dans la masse, que des filaments incolores ou jaunâtres, renflés çà et là, ressemblant à des fibres végétales, généralement parallèles entre eux et à la schistosité. Ces filaments deviennent irisés lorsqu'on les regarde entre deux nicols.

Une plaque taillée dans l'échantillon perpendiculairement au plan de schistosité m'a donné une ellipse de conductibilité thermique extrêmement aplatie, dont le grand axe, parallèle au plan de schistosité ou de clivage, est au petit dans le rapport énorme de 3 à 1. Aucune matière ne m'avait fourni jusqu'ici un rapport aussi élevé ; je n'ai pu encore, il est vrai, trouver une masse de talc bien cristallisé, favorable à cette recherche ; je ne pourrais donc pas dans ce phénomène faire la part de la matière elle-même, considérée comme masse cristalline, et celle de sa texture schisteuse ; mais, quelle qu'en soit l'origine, la variation de la facilité avec laquelle la chaleur se propage dans cette roche suivant ses différentes directions, n'en est pas moins des plus remarquables.

Séance du 29 *mai* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT,

puis de M. TOURNOUËR, *vice-président.*

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. l'abbé Bazin, rue de Sèvres, 45, à Paris, ancien membre, est, sur sa demande, admis à faire de nouveau partie de la Société.

M. Gaudry fait la communication suivante :

Matériaux *pour l'Histoire des temps* **quaternaires,**
par M. Albert **Gaudry.**

J'ai l'honneur d'offrir à la Société géologique le premier fascicule d'un travail intitulé : *Matériaux pour l'Histoire des temps quaternaires.* Depuis quelques années, plusieurs personnes m'ont communiqué d'importantes collections d'ossements provenant de divers gisements quaternaires ; il m'a semblé qu'il pourrait être utile de les faire connaître.

Jusqu'à présent, nous n'avions que de vagues notions sur les transformations et les changements d'habitat qu'ont subis les Mammifères, depuis les temps tertiaires, où ils ont commencé à apparaître, jusqu'à l'époque présente. Nous pensons qu'on peut compter au moins trois phases quaternaires à partir de l'âge représenté par le *Forest-bed* du Norfolk : 1° la phase glaciaire du Boulder-Clay ; 2° la phase du Diluvium ou Drift, marquée peut-être par un adoucissement de la température qui a amené les immenses fusions de glace auxquelles a été due l'extension des cours d'eau ; 3° enfin, la phase appelée âge du Renne, qui paraît représenter un retour momentané à un climat froid. Il n'est pas vraisemblable que ces changements aient été brusques et qu'ils se soient produits uniformément dans les diverses régions; mais il est difficile de douter qu'ils aient eu lieu dans une partie notable de notre pays. Nous commençons à savoir distinguer les gisements de l'âge du Renne d'avec ceux de l'âge du Diluvium ; nous savons moins bien comment on peut séparer paléontologiquement les gisements du Diluvium d'avec ceux du Boulder-Clay.

Dans le fascicule que je présente aujourd'hui à la Société géologique, je n'ai traité que du département de la Mayenne. Ce département est d'une grande richesse pour la paléontologie quaternaire. M. Perrot, premier adjoint au maire de Laval, M. Daniel Œhlert, bibliothécaire et conservateur du Musée de Laval, notre savant confrère M. Gustave de Lorière, Mlle de Boxberg, M. Maillard, curé de Thorigné, M. le docteur Thibierge, m'ont communiqué les échantillons qu'ils ont recueillis. M. de Mortillet m'a montré, avec son obligeance habituelle, les collections qui lui avaient été adressées par M. le duc de Chaulnes.

J'ai classé les gisements de la Mayenne en trois catégories : les couches de Sainte-Suzanne, le couloir de Louverné et les cavernes.

Les couches de Sainte-Suzanne, où M. Perrot a trouvé le *Rhinoceros Merckii,* un énorme Sanglier, des Cerfs, des Bœufs, etc., m'ont paru être le plus ancien des dépôts quaternaires que j'ai visités dans la

Mayenne. Peut-être leur partie inférieure correspond-elle aux formations glaciaires du *Boulder-Clay*.

Le couloir de Louverné, par ses débris de *Felis leo (spelæus)*, d'*Hyæna crocuta (spelæa)*, de *Rhinoceros tichorhinus*, d'*Elephas primigenius*, par ses Bœufs et ses Cerfs, paraît appartenir à l'âge du Diluvium. Chacun de nous sait qu'une des grandes difficultés de l'étude du Diluvium provient du manque de continuité de ses couches, les courants ayant tour à tour entamé celles qui avaient été constituées les premières, et formé des dépôts dans leurs dépressions. Le couloir de Louverné, où M. Œhlert a trouvé une immense quantité d'ossements, m'a semblé particulièrement instructif, car il est dans toute sa longueur tellement étroit qu'il est naturel d'attribuer son remplissage à un même âge ; je crois que les animaux trouvés dans ce couloir peuvent être regardés comme ayant été exactement contemporains. On y a la preuve que des Lions de même taille que ceux de la race actuelle ont vécu à côté des grands *Felis leo* (race *spelæa)*, que nos Cerfs ordinaires ont aussi vécu à côté d'énormes *Cervus elaphus* (race *canadensis)*, que de petits Bœufs de la dimension de nos *Bos taurus* ont été les compagnons des grandes races quaternaires.

La caverne de Louverné, située à peu de distance du couloir dont je viens de parler, la Cave-à-Margot, la Cave-à-Rochefort, la Cave de la Chèvre, ont fourni de très-nombreux débris de l'industrie humaine et d'animaux ; leur remplissage a eu lieu pendant plusieurs âges, mais celui du Renne y est particulièrement bien représenté.

J'espère pouvoir plus tard ajouter au fascicule que j'offre à la Société, d'autres fascicules où je traiterai des fossiles quaternaires de la Bourgogne, du bassin de Paris, du Bourbonnais, etc.

M. **Marcou** fait observer que, bien que l'*Ursus ferox* et l'*U. arctos* aient un régime différent, on rencontre parfois ces deux espèces vivant ensemble. Elles ont donc pu coexister dans les mêmes régions à l'époque quaternaire.

M. A. **Favre** rappelle que les dépôts du Boulder-Clay sont bien caractérisés par leurs cailloux striés et par la boue glaciaire qui empâte ces cailloux ; il y a là un horizon bien tranché. N'aurait-il pas pu se déposer, dans les régions non soumises à l'action glaciaire, un Drift contemporain du Boulder-Clay ?

M. **Hébert** remarque que l'on a signalé du Drift avec *Elephas primigenius* au-dessous du Boulder-Clay ; il existe, en effet, des dépôts à *Elephas primigenius* antérieurs au Boulder-Clay et d'autres qui lui sont postérieurs. M. Hébert ne croit pas que Saint-Prest soit contemporain du Forest-bed, qui renferme surtout l'*E. antiquus ;* on ne trouve en effet à Saint-Prest que l'*E.*

meridionalis. Des débris de cet animal ont été recueillis, en Danemark et en Allemagne, au milieu de graviers qui paraissent inférieurs à la formation erratique du Nord. La formation du Boulder-Clay doit être placée, non pas au commencement de la période quaternaire, mais au milieu. M. Hébert pense que Saint-Acheul appartient à une époque plus ancienne.

M. **Gaudry** répond qu'en Angleterre le Drift contemporain des couches de Saint-Acheul repose, en stratification discordante, sur le Boulder-Clay.

M. de Cossigny fait la communication suivante :

Considérations sur les **Failles** *et les* **Soulèvements**; *réfutation de la prétendue nullité du* **Soulèvement** *du* **Sancerrois**, par M. **de Cossigny**.

Dès 1844 M. Raulin avait signalé un remarquable soulèvement de la partie méridionale de la Sologne, soulèvement ayant affecté les terrains secondaires et même les dépôts tertiaires les plus anciens (1).

Notre savant confrère avait d'ailleurs reconnu une série de points d'altitude maximum, situés sur une même ligne droite (dirigée sensiblement E. 26° N. à O. 26° S.), qui présentait tous les caractères d'une ligne anticlinale. Depuis, Élie de Beaumont a pris le soulèvement dont il s'agit, pour type d'un phénomène de soulèvement plus général, doublement caractérisé par sa date et par sa direction, et auquel il a donné le nom de *système de l'Érymanthe et du Sancerrois*.

Mais il se trouve que les collines des environs de Sancerre sont coupées par une faille dirigée du nord au sud, et M. Ébray a reconnu, en outre, que cette faille n'était pas isolée, mais qu'elle faisait partie d'un système de failles de même direction, s'étendant sur une partie du Nivernais (2).

M. Ébray en a conclu que le système du Sancerrois d'Élie de Beaumont était une erreur, et que la disposition orographique de la région comprise entre Vierzon et Sancerre ne résultait pas d'un soulèvement suivant une ligne dirigée à peu près de l'est à l'ouest, mais bien d'un système de failles dont la direction est N.-S. Cette manière de voir me paraît avoir été adoptée par plusieurs géologues.

Cependant les diverses circonstances orographiques signalées par les observateurs précités sont des faits matériels et indiscutables ; comment ont-elles donné lieu à une divergence d'opinion ? Le désaccord ne re-

(1) *Mémoire sur la constitution géologique du Sancerrois (Mém. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. II, n° V).

(2) *Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 471.

pose que sur l'interprétation des faits ou, en d'autres termes, sur les causes probables de l'état actuel des lieux. Pour MM. Raulin et Élie de Beaumont, le soulèvement du Sancerrois n'est autre chose qu'un plissement de l'écorce terrestre résultant d'une compression horizontale, compression opérée par deux forces contraires ayant agi perpendiculairement à la ligne anticlinale, soit à peu près suivant la direction *nord-sud*. Pour M. Ébray, au contraire, le soulèvement ne serait qu'un des effets accessoires du phénomène, quel qu'il soit, qui a déterminé l'ouverture des failles du Nivernais; et ici le principal rôle semblerait, au premier abord, avoir été rempli par des forces perpendiculaires aux failles, c'est-à-dire dirigées à peu près suivant la ligne *est-ouest*.

Il règne évidemment dans tout cela une légère confusion d'idées, et c'est pour ramener, s'il est possible, un peu de clarté dans la question, que je viens présenter quelques considérations générales sur la manière dont se produisent les failles; je demanderai même la permission de rappeler d'abord quelques notions élémentaires de mécanique.

Une faille, tout le monde est d'accord sur ce point, est une fente, une rupture plus ou moins étendue de l'écorce terrestre. Or (laissant de côté le cas de l'écrasement qui est ici hors de cause), toutes les ruptures qui peuvent se produire dans un corps solide quelconque sont susceptibles d'être ramenées à deux cas correspondant à deux modes distincts d'action des forces, désignés par les ingénieurs sous les expressions : *rupture par traction* et *rupture par cisaillement*.

Ainsi, quand une barre de fer sollicitée par deux forces opposées dirigées suivant sa longueur et tendant à l'allonger, vient à céder à leur effort, elle se rompt suivant une surface de séparation perpendiculaire à sa longueur ou, en d'autres termes, à la direction des forces agissantes : c'est la *rupture par traction*. Dans ce cas, le mouvement que prennent les deux parties disjointes a lieu perpendiculairement à la surface de séparation ; en sorte que ces deux parties demeurent exactement en face l'une de l'autre tant que quelque force nouvelle n'intervient pas pour changer leur position. Mais si la barre de fer, au lieu de servir de *tirant*, est soumise à l'action d'une de ces cisailles que l'on voit dans les ateliers métallurgiques, deux portions contigues de la barre sont poussées avec force en sens contraire par les mâchoires de l'instrument, l'une de ces parties étant maintenue immobile ou même étant soulevée pendant que l'autre est poussée de haut en bas. La division s'opère alors toujours perpendiculairement à la longueur de la barre, mais parallèlement aux forces agissantes, et avec glissement des deux surfaces fraîchement séparées (1).

(1) J'ai dit que toutes les ruptures se ramènent à un des deux cas indiqués ci-

Revenons maintenant aux failles. C'est un fait d'observation bien connu que, dans la plupart d'entre elles, les deux lèvres sont à des hauteurs différentes, et qu'il y a eu un mouvement relatif de glissement d'une des parois sur la paroi opposée; cela nous dispose naturellement, au premier abord, à voir dans la production d'une faille quelque chose d'analogue à ce qui se passe dans l'opération du cisaillement. Les adversaires d'Élie de Beaumont dans la question du Sancerrois raisonnent, ce me semble, comme s'ils étaient imbus de cette idée. Cependant, avec un peu de réflexion, on arrive à reconnaître que les failles ont plutôt dû se produire sous l'influence des efforts de traction, que leurs deux lèvres ont dû vraisemblablement se trouver après la rupture à des niveaux peu différents, et enfin que si la disposition contraire se remarque si souvent aujourd'hui, cela doit tenir à des phénomènes postérieurs, et précisément à ces plissements de l'écorce terrestre, à ces soulèvements, qui ne manquent pas de se reproduire à d'assez courts intervalles, si ce n'est d'une manière continue.

Supposons, conformément aux idées reçues en France, que, par suite du refroidissement et de la contraction de la masse fluide intérieure, la croûte terrestre soit obligée de se plisser pour diminuer sa contenance, de manière à s'appliquer sans cesse sur le noyau interne. Il se produira des ondulations dont la fig. 1 peut donner une idée. Aux points tels que A, B, C, où la convexité des couches solides est notablement accrue, il se produira des failles disposées comme l'indique la

Fig. 1.

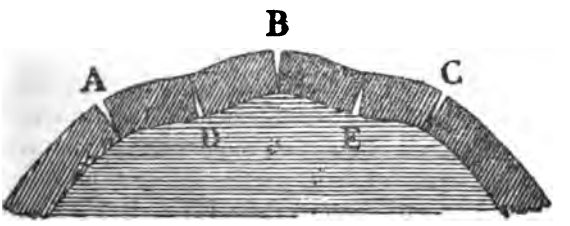


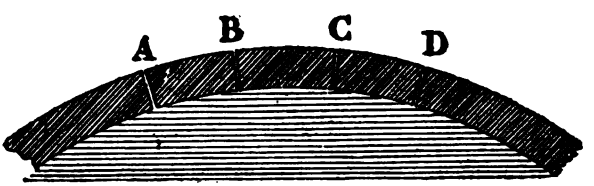
figure. Aux points tels que D, E, où la convexité des plis est tournée vers le centre de la Terre, il se produira d'autres failles ayant leur plus large ouverture du côté de l'intérieur du Globe. Pour les unes

dessus. Ainsi, quand on brise la barre de fer qui nous sert d'exemple, par un effort transversal tendant à la ployer, il y a allongement des fibres situées du côté de la convexité de la courbure, et c'est, en réalité, sous l'*effort de traction* que subissent ces fibres, que la rupture a lieu. Lorsqu'un *tirant* en fer se compose de deux parties assemblées à enfourchement avec un boulon transversal, si c'est le boulon qui vient à céder, il est réellement *cisaillé*.

comme pour les autres de ces failles, la rupture résultera de forces égales et contraires agissant dans des plans horizontaux et tendant à écarter l'une de l'autre, *par traction,* les deux parois de la fente ; et on n'aperçoit aucune cause susceptible de faire glisser, l'une sur l'autre, ces mêmes parois.

Je conçois, il est vrai, la possibilité théorique de la formation des failles sans plissement préalable. Il est, en effet, aujourd'hui avéré que l'enveloppe solide du Globe éprouve sans cesse de légères oscillations. Or, dans cet état de mouvement, la pression réciproque de l'enveloppe solide et du fluide qui la supporte, ne présente pas nécessairement, sur toute la périphérie du Globe, cette rigoureuse uniformité qui devrait exister dans l'hypothèse de l'équilibre et du repos complet, et il est très-possible qu'à un certain instant et dans une région donnée, la réaction du fluide intérieur sur son enveloppe vienne à excéder un peu la moyenne ordinaire. A un tel instant, l'enveloppe éprouvera, dans la région considérée, une tension comparable à celle qu'éprouve la tôle d'une chaudière sous la pression interne de la vapeur. L'enveloppe

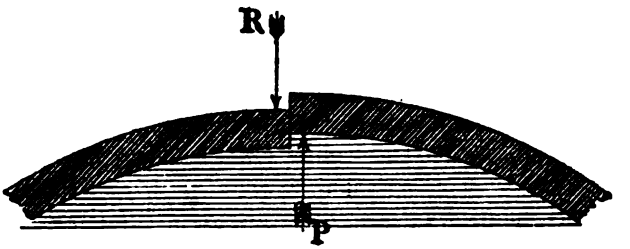
Fig. 2.



pourra dès lors céder et se fendre en A, B, C, D (fig. 2). Mais, si la pression intérieure peut être sensiblement différente en deux points de la Terre très-éloignés, elle est, au moment de la rupture, rigoureusement identique dans les deux parties qui se trouvent immédiatement à droite et à gauche d'une même faille. Il n'y a donc, dans ce cas-ci encore, aucune raison pour qu'un des côtés de la faille se trouve soulevé plus que l'autre.

Pour que l'effet représenté par la fig. 3 puisse se produire au moment même de la rupture, il faudrait absolument qu'il existât deux forces agissant comme les deux mâchoires de la cisaille, l'une intérieure telle que P, l'autre extérieure telle que R. Or, si l'on se rend difficilement compte de la raison d'être d'une force intérieure agissant comme P sur un point limité, on conçoit bien moins encore quelle force extérieure à la planète pourrait venir au même instant faire l'office de la force R.

Fig. 3.



En définitive, il me semble tout-à-fait rationnel d'admettre que les failles sont dues à des tractions horizontales exercées sur la croûte terrestre, et qu'en général, au moment de leur formation, les deux bords ou lèvres ont dû rester au même niveau.

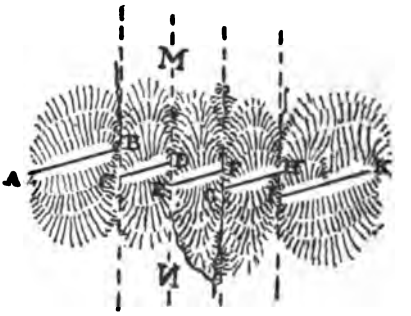
Mais les mouvements de contraction de l'écorce terrestre se renouvellent, pour ainsi dire, sans cesse. Après qu'un système de failles parallèles s'est produit, vienne un nouveau plissement suivant une direction quelconque, généralement oblique par rapport à celle des failles, la continuité n'ayant plus lieu, chacune des bandes de terrain comprise entre deux failles consécutives pourra se comporter isolément et indépendamment des bandes voisines. Dès lors, les lignes de faîte ou anticlinales relatives à chaque soulèvement partiel ne se trouveront pas ordinairement sur le même prolongement, et il en résultera cette conséquence que, sur une grande partie de la longueur des failles, les portions des parois primitivement en regard seront portées à des altitudes différentes. Si je rapproche les deux bords opposés d'une feuille de papier, il se forme un pli dont la ligne de faîte est une ligne droite, parce qu'une feuille plate et inextensible ne peut se ployer qu'en donnant une surface à génératrices rectilignes. Mais si la feuille de papier a été préalablement un peu chiffonnée, puis tailladée à coups de canif, la pression latérale y fera naître souvent plusieurs plis indépendants et discontinus, et les bords opposés d'une même coupure ne resteront en contact que sur un petit nombre de points.

Donc, presque toutes les failles, telles que nous les voyons aujourd'hui, sont le résultat complexe de plusieurs phénomènes distincts et successifs, dont le premier a déterminé la fissure originelle, et dont les autres ont occasionné, notamment, les dénivellations successives des lèvres et les glissements des parois.

Ce qui précède se trouve corroboré par l'observation d'une structure assez fréquente dans les chaînes de montagnes et que l'on peut appeler la *structure en crémaillère*. Dès l'origine de ses travaux sur les soulè-

vements, Élie de Beaumont avait signalé ce fait remarquable : que la direction, sensiblement constante pour une même chaîne, des arêtes culminantes, coïncide rarement avec la direction générale de la chaîne elle-même considérée dans son ensemble. Les arêtes, ou lignes anticlinales, ou lignes principales de fracture, ne se montrent qu'à l'état de tronçons discontinus, comme les lignes A B, C D, E F, G H, I K de la fig. 4. Cette structure est souvent frappante, soit dans la nature, soit,

Fig. 4.



peut-être mieux encore, sur celles des cartes qui représentent avec quelque fidélité le relief des montagnes. Plusieurs parties des Pyrénées et des Apennins, par exemple, sont remarquables à cet égard. Or, il me paraît impossible que la disposition dont il s'agit eût pu se produire si la croûte terrestre, avant le soulèvement, eût constitué une paroi comparable à la feuille de papier neuve et intacte dont je parlais il y a quelques instants. Il est bien plus probable qu'à l'époque où le soulèvement s'est produit, le sol se trouvait déjà divisé en lanières par un certain nombre de failles telles que M N.

Pour résumer, je dis en principe général, que c'est aux soulèvements postérieurs aux failles que doivent être vraisemblablement attribuées les différences de niveau si fréquentes entre les deux bords. Quant à ce qui concerne le Sancerrois, rien ne prouve que les failles dont il est sillonné soient contemporaines du soulèvement signalé par M. Raulin. Donc, enfin, la découverte, relativement récente, de ces failles n'infirme en rien ce qu'a dit Élie de Beaumont sur le système de soulèvement du Sancerrois.

M. Ch. Brongniart lit la note suivante :

Note sur une nouvelle espèce de **Diptère fossile** *du genre* **Protomyia (P. Oustaleti)**, *trouvée à* **Chadrat** *(Auvergne)*, par M. Ch. **Brongniart.**

Pl. XIII, fig. 5-8.

Le genre *Protomyia*, établi par M. Heer, ne compte plus aucun représentant dans la nature actuelle ; à l'époque tertiaire, au contraire, il était nombreux en espèces. Près de quarante d'entre elles ont été décrites par le savant paléontologiste dont je viens de citer le nom (1), par M. Heyden (2) et par M. Oustalet (3). Je puis en ajouter une nouvelle, provenant des couches de calcaire marneux de la formation miocène inférieure de Chadrat (Auvergne), couches analogues à celles de Corent. Cette *Protomyia* diffère, par la disposition des nervures, de toutes les espèces décrites jusqu'à ce jour; deux seulement s'en rapprochent : les *P. Joannis*, Oustalet, et *P. Bucklandi*, Heer. Je crois pouvoir en former une nouvelle espèce, car on peut remarquer que la disposition des nervures est constante pour chaque espèce chez les Diptères. Je dédie cette *Protomyia* à M. Oustalet, en le remerciant des précieux renseignements qu'il a bien voulu me fournir sur ce sujet.

Dans la description, je comparerai surtout mon espèce aux deux espèces voisines que je viens de citer.

PROTOMYIA OUSTALETI, *Ch. Brongniart.*

Pl. XIII, fig. 5-8.

Fusca ; capite parvo, thorace ovali, alis abdomen crassum paulum excedentibus.

Longueur totale	9mm		; Largeur				
» de la tête	0	50	»		0mm	50
» du thorax	1	15	»		1	
» de l'abdomen	5	50	»		2	40
» des ailes	8	75	»		2	75

La tête est très-petite, comme chez la *P. Joannis*, et moins grosse que chez la *P. Bucklandi*. Le thorax est ovalaire, comme dans ces deux espèces, moins large à la partie antérieure qu'à la partie postérieure.

Les antennes et les pattes sont détruites. Les ailes, assez larges, sont arrondies vers leur extrémité. La nervure sous-marginale, *b*, est assez éloignée du bord de l'aile; elle rejoint la nervure marginale, *a*, aux deux tiers de sa longueur. Du milieu de la sous-mar-

(1) *Beitr. z. Insectenfauna d. Tertiärläger von Œningen und Radoboj.*
(2) *Palæontographica*, t. XIV (Bibionides).
(3) *Recherches sur les Insectes fossiles de l'Auvergne (Ann. Sc. géol.*, t. II, p. 137).

ginale se détache une petite nervule qui se dirige vers le bas de l'aile, pour rencontrer bientôt une nervure recourbée; celle-ci touche l'extrémité de l'aile et supporte la petite nervule caractéristique du genre *Protomyia*, qui va rejoindre le bord de l'aile; une autre petite nervule, partant du point de jonction des deux nervules dont je viens de parler, rejoint vers le bas la nervure interno-médiaire, *c*. Celle-ci se bifurque vers les deux tiers de sa longueur, et ses deux rameaux rejoignent la nervure marginale à l'extrémité de l'aile. Cette bifurcation n'existe pas chez la *P. Bucklandi*, mais se montre chez la *P. Joannis*. Vers le premier tiers de la nervure interno-médiaire, se détache une petite nervule perpendiculaire à celle-ci; une autre nervule partant de l'externo-médiaire, *d*, va la rejoindre et forme avec elle un angle obtus; c'est de cet angle que se détache une nervure intermédiaire entre l'interno-médiaire et l'externo-médiaire, qui va directement rejoindre le bord de l'aile. Cette connexion rapproche la *P. Oustaleti* de la *P. Joannis*, mais l'éloigne de la *P. Bucklandi*. La nervure externo-médiaire se bifurque tout près de sa base, et les deux rameaux ainsi formés atteignent l'extrémité de l'aile. Une bifurcation analogue se montre chez la *P. Joannis* et chez la *P. Bucklandi*. La nervure anale, *e*, est assez courte, comme chez les deux espèces voisines de la nôtre.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII (fig. 5-8).

Fig. 5. *Protomyia Oustaleti*, Ch. Brongn., grandeur naturelle.
Fig. 6. Aile de *P. Oustaleti*, grossie.
Fig. 7. — *P. Bucklandi*, Heer, *id.*
Fig. 8. — *P. Joannis*, Oustalet, *id.*
a, nervure marginale.
b, — sous-marginale.
c, — interno-médiaire.
d, — externo-médiaire.
e, — anale.

Le secrétaire analyse la note suivante :

Stratigraphie *du Mont* Salève,
par M. Th. Ébray.

Des géologues distingués ont déjà étudié le Salève, des paléontologistes en ont décrit les fossiles, et l'on devrait croire que la lumière est définitivement faite sur cette intéressante montagne. Nous allons voir cependant que les grands traits de sa stratigraphie n'ont pas été entièrement élucidés.

Si l'on parcourt en observateur la contrée étendue comprise entre le Plateau central et les points culminants des Alpes, on est frappé tout d'abord de l'uniformité des phénomènes qui dominent l'orographie ; on voit partout des escarpements tournés du même côté, des croupes en pentes douces, s'inclinant vers l'est, des rivières parallèles, des affluents plus ou moins perpendiculaires à ces rivières, qui indiquent une cause souvent répétée dominant les grands mouvements qui ont présidé au bossellement de la surface de la Terre.

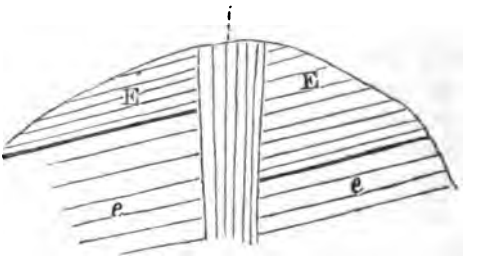
Mes travaux déjà anciens sur l'orographie de la Nièvre (1), du Maconnais, de l'Ardèche, ceux de M. Lory sur les Alpes (2), ceux de M. Magnan sur les Pyrénées, ceux de M. Collenot sur le Morvan (3), montrent que les systèmes de soulèvement ne peuvent plus être pris comme base de l'orographie, que la rupture joue le rôle principal et que l'écorce de la Terre ressemble plutôt à un étang gelé dont la glace s'est fracturée à la suite de la disparition de l'eau sous-jacente, qu'à une sphère boursoufflée par des soulèvements. L'étude longitudinale montre qu'il existe un point où le phénomène de la rupture est arrivé à son paroxysme ; ce point coïncide en général avec la plus grande hauteur de l'escarpement dans les pays montagneux, et dans les pays de plaine avec la plus grande altitude des bosselures. Quand il existe un réseau de failles, chaque rupture a son point anticlinal, et, en réunissant ces divers points, on obtient une ligne anticlinale qui coïncide souvent avec la limite de deux bassins hydrographiques. C'est ainsi que j'ai déterminé la ligne de partage du bassin de la Seine et du bassin de la Loire dans la Nièvre (4). De chaque côté de ce point anticlinal les couches s'affaissent ; les régions vers lesquelles elles plongent ou disparaissent dans un sens longitudinal aux ruptures, sont souvent sous l'influence de failles perpendiculaires aux premières. Celles-ci ont produit les grandes vallées et les grandes rivières, celles-là les affluents. Cette disposition est donc la cause du réseau orographique.

J'ai remarqué, dans mes études antérieures, un phénomène particulier qui accompagne souvent les failles et qui paraît encore plus incompréhensible dans les plaines que dans les montagnes. Il existe, en effet, dans la Nièvre et dans le Cher, entre les lèvres des failles nivelées par les dénudations, des portions verticales d'étages, comme l'indique le croquis suivant (fig. 1), alors que les deux lèvres offrent quelquefois des bancs peu inclinés.

(1) *Études géologiques sur le département de la Nièvre ;* 1858.
(2) *Description géologique du Dauphiné ;* 1860.
(3) *Description géologique de l'Auxois.*
(4) *Études géologiques sur le dép. de la Nièvre,* p. 133.

Fig. 1.

Faille.



Nous verrons que ces phénomènes se reproduisent souvent au Salève : je les ai constatés au Môle, mais, grâce à certaines circonstances, la cause de l'existence de ces portions verticales appliquées contre les escarpements peut s'expliquer dans ces régions.

Je ne mentionnerai ici que les travaux qui me paraissent avoir jeté du jour sur la stratigraphie du Salève. De Luc, en l'an IX de la République, chercha à prouver, et il était dans le vrai, que les sillons du Salève sont dûs aux effets de la pluie et de la gelée ; il démontra aussi, et ici il était encore en partie dans le vrai, que la gorge de Monetier n'a pas été creusée par un courant. Nous calculerons plus loin l'ouverture primitive de cette gorge et la quantité dont elle a été agrandie par les courants, les glaciers et les éboulements latéraux.

Dans ses *Renouvellements périodiques des continents terrestres*, Louis Bertrand s'occupe, à propos du Salève, d'une question à laquelle j'ai imprimé une direction plus positive, en calculant la puissance des dénudations qui paraissent être la conséquence de ces courants.

Pictet et de Loriol ont exécuté sur cette montagne des travaux paléontologiques qui ont permis de classer les couches dans leur étage respectif. On ne saurait trop admirer la persévérance avec laquelle ces paléontologistes ont recherché les fossiles et la précision de leurs descriptions.

Le dernier travail qui a été publié sur le Salève est celui de M. Favre; il se trouve dans les *Recherches géologiques* sur la Savoie et le Mont-Blanc.

Après avoir rappelé la direction de cette montagne (N. 29° E.), sa longueur et son altitude, ce géologue dit qu'elle est surmontée par les dépôts quaternaires et par la Mollasse, dont les couches se redressent de toutes parts contre la montagne ; nous verrons plus loin à quoi se réduit ce redressement du côté ouest. Pour donner une juste idée de la configuration du Salève, M. Favre reproduit quelques lignes de de

Saussure, écrites à une époque où l'on ne connaissait de la stratigraphie que les premiers éléments. De Saussure constate que les dernières couches du côté d'Etrembières descendent sous une inclinaison plus forte de 40 à 50 degrés, et M. Favre explique ce surcroît d'inclinaison par une faille qui aurait fait plonger cette extrémité subitement sous la Mollasse. Cette idée est juste, et nous verrons quelle est la faille qui passe à l'extrémité nord du Salève.

Après avoir déterminé l'inclinaison des couches, M. Favre rappelle que de Saussure a observé qu'une partie des couches de la partie supérieure du Grand-Salève plonge du côté de la vallée genévoise, et qu'au pont de La Caille les couches se présentent sous la forme d'une voûte. En parlant de la gorge de Monetier, le géologue genévois énumère les diverses hypothèses par lesquelles on a cherché à expliquer cette échancrure, et s'arrête à la supposition que ce vallon est dû à une rupture.

M. Favre mentionne aussi l'observation de de Saussure qui a reconnu, appliqués contre la paroi du Salève, des paquets composés de couches verticales, mais il ne cherche pas à donner l'explication de ce fait.

Examen des couches dont se compose le Salève. L'étude si consciencieuse des fossiles faite par Pictet et M. de Loriol a permis de préciser la superposition et l'âge des couches. Je ne reproduirai donc pas les superpositions que donne M. Favre.

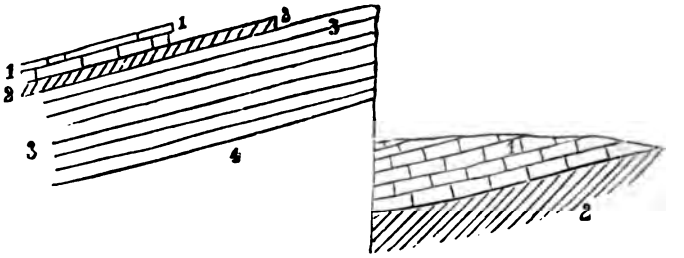
Je dirai toutefois deux mots sur l'étage valanginien, qui n'est bien développé que là où manquent les étages portlandien et kimméridgien. Les fossiles de la partie inférieure ne sont pas en général franchement néocomiens. On les appelle néocomiens parce qu'ils font partie de l'étage valanginien, mais l'on peut se demander si au Salève les couches tout-à-fait inférieures ne représentent pas le Jurassique supérieur.

Au-dessus de l'oolithe corallienne se montre la couche du *banc de fer* qui commence le Valanginien. M. Favre y mentionne de nombreuses Nérinées à formes valanginiennes et, d'après les ouvriers, quelques *Natica Leviathan*. Au-dessus viennent les assises à *Nerinea Favrina*, le *grand banc* et le *calcaire roux*. Par leur position stratigraphique, ces diverses assises correspondent au Jurassique supérieur, à la disparition duquel je n'ai cependant, à la rigueur, rien à objecter. Le nombre restreint des fossiles me laisse un peu dans le doute sur leur âge néocomien. C'est une question compliquée que j'étudie depuis longtemps sans avoir pu la résoudre jusqu'à ce jour, et sur laquelle j'appelle l'attention des géologues.

Je mentionnerai ici un petit détail qui a échappé à mes devanciers. L'Urgonien est séparé du Néocomien par un poudingue que l'on peut suivre depuis les environs de la Croix de Mornex jusqu'au sommet du Petit-Salève.

Stratigraphie. Pour le géologue qui a suivi les couches depuis le Morvan jusqu'à l'extrémité du Jura, l'écorce de cette partie de la Terre se compose de lambeaux limités par des failles. Du Plateau central aux Pyrénées, du Jura aux Vosges, le même régime se manifeste. Les allures des couches, aux abords de ces ruptures, sont assez uniformes, et elles seules permettent d'en reconnaître l'existence. Quelquefois, comme dans l'escarpement d'Aiguebellette, on constate le joint de la faille, parce qu'une partie de la lèvre affaissée est restée apparente; mais dans beaucoup de cas le joint de la cassure est sous terre, comme au Salève, dont voici la coupe transversale (fig. 2).

Fig. 2.



1, Mollasse. | 3, Néocomien.
2, Urgonien. | 4, Corallien.

Dans certaines parties, comme aux Verrières, la lèvre affaissée se redresse contre l'escarpement.

Or l'existence de cette grande faille, postérieure à la Mollasse, cause première de l'orographie de cette montagne, et élément d'une série qui jette un si grand jour sur la géologie de l'écorce de la Terre (1), n'a pas été pressentie par les géologues qui ont écrit sur le Salève, et M. Favre ne cite que les deux petites cassures voisines de la Grande Gorge.

Il considère d'ailleurs le Salève comme un îlot jurassique que les mers mollassiques ont entouré de toutes parts; il dit en effet (2) : « *Il est assez probable que cette montagne était déjà émergée à l'époque des dépôts du terrain tertiaire qui l'entoure, puisqu'on n'en voit aucun lambeau sur les hauteurs.* » Il faut toutefois remarquer qu'il ajoute: « *Cependant il se pourrait que les roches déposées dans les parties élevées eussent été emportées par dénudation.* » Certains faits mal inter-

(1) V. *Etude stratigraphique des Montagnes situées entre Genève et le Mont-Blanc*, *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 601.

(2) *Rech. géol.*, t. I, p. 308.

prétés ont peut-être porté M. Favre à considérer les poudingues de Mornex comme étant des poudingues côtiers, car on lit dans son ouvrage (1) : « *Si l'on arrivait à prouver l'identité du poudingue de Mornex avec les dépôts dont je viens de rappeler la présence et qui indiquent un rivage des eaux tertiaires à un certain moment, ne pourrait-on pas apprécier la force relative du soulèvement qui a eu lieu depuis cette époque dans ces différents endroits ?* »

Il existe cependant une considération qui ne permet pas cette supposition de l'existence d'un ancien rivage à Mornex. Si les mers tertiaires avaient déposé leurs sédiments horizontalement, ou à peu près, au pied du Salève déjà redressé, on devrait retrouver aujourd'hui, même dans la supposition de bouleversements postérieurs, une différence d'inclinaison des couches des deux étages égale à l'inclinaison primitive des couches du Salève redressé. Il n'en est rien. D'un autre côté, si le poudingue de Mornex représentait le cordon littoral d'une mer dont le fond était formé par les couches urgoniennes, ce cordon littoral serait composé de galets urgoniens. Or, M. Favre le dit lui-même, et j'ai eu l'occasion de vérifier son assertion, ce poudingue est composé de galets urgoniens, néocomiens et jurassiques; nous y avons même trouvé un galet de micaschiste. Il représente donc un terrain de transport, et l'absence, sur le Salève, du terrain urgonien et de la Mollasse résulte de grandes dénudations dont nous allons calculer l'importance.

De chaque côté de la région où l'escarpement est à son maximum, les couches plongent longitudinalement. Vers La Caille l'escarpement disparaît et est remplacé par une voûte. Vers Étrembières une portion notable du massif (le Petit-Salève) s'affaisse vers le nord, et l'Urgonien arrive au niveau de la plaine.

Pour bien saisir la cause de cet affaissement, il faut se reporter aux phénomènes qui s'observent près de Bonneville. Dans cette localité, sur laquelle nous reviendrons quand nous décrirons la remarquable stratigraphie du Môle, on voit la Mollasse, plongeant vers le nord, buter contre les escarpements jurassiques et triasiques du Môle, et donner naissance à une faille très-profonde, sensiblement perpendiculaire à la faille du Salève, à celle des Voirons et à celle du Mont-Vuant, dirigées approximativement sud-nord. Cette faille prolongée passe par le vallon de Monetier et par la cluse du Fort de l'Écluse. Il est très-probable que, conformément au régime qui peut s'observer avec facilité dans la Nièvre, elle s'irradie : un des bras passerait par le vallon de Monetier, où les couches ont été peu dérangées ; l'autre à Étrembières,

(1) *Op. cit.*, t. I, p. 292.

où il existe une source ferrugineuse. L'affaissement du Petit-Salève, compris entre deux irradiations, serait donc dû à l'influence de la grande faille de Bonneville. Un des effets les plus remarquables de cette rupture, qui a eu pour résultat de relever toute la contrée située à droite de l'Arve, est la différence de niveau qui existe dans l'altitude du Jurassique supérieur des Voirons et du Salève. Malgré le plongement normal des couches vers le Mont-Blanc, ce terrain affleure aux Voirons vers la cote 1 170^{m} (L'Hominal) et au Salève à la cote 600^{m} (pied du Salève). Nous avons déjà dit que vers La Caille la rupture s'était transformée en une voûte.

Dénudations. L'Urgonien et la Mollasse ont été, comme nous l'avons vu, entièrement enlevés par dénudation sur le sommet du Salève. La dénudation minima est donc égale à la somme de ces deux étages. En admettant pour l'Urgonien une épaisseur de cent mètres, on est au-dessous de la réalité. L'épaisseur de la Mollasse est considérable et pour le moment peu calculable, mais il est certain qu'elle devait dépasser 800 mètres. La dénudation du Salève arriverait donc au chiffre minimum de 1 000 mètres.

Des bavures. Aux époques où la terre fracturée a permis à toute l'épaisseur de son écorce de s'affaisser, en s'inclinant quelquefois jusqu'à la verticale, pour laisser les lambeaux disloqués se loger dans des espaces réduits, les mouvements relatifs n'ont pu s'exécuter sans des actions mutuelles énormes, sans des frottements intenses le long des lèvres. Ces frottements, à eux seuls, ont produit des fractures secondaires, des inflexions de couches et des éboulements considérables. Des failles secondaires se constatent au Salève ; elles ont été signalées par M. Lory et décrites par M. Favre. Les inflexions des couches se voient souvent vers les abords immédiats de la rupture. La Mollasse de la plaine se redresse contre le Salève (je ne veux évidemment pas parler ici de la prétendue mollasse des paquets appliqués contre l'escarpement) ; mais aucun géologue, jusqu'à ce jour, n'a cherché à expliquer ces curieuses applications verticales qui masquent les couches de cette belle paroi calcaire ; nul géologue n'a cherché à déterminer l'époque de ces vastes éboulements.

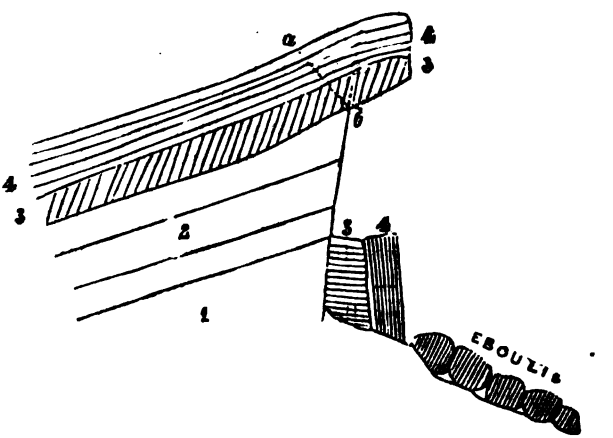
Ainsi que je l'ai dit plus haut, j'ai, il y a longtemps, remarqué que dans les joints des failles de la Nièvre il existait des portions d'étages complétement verticales ; mon attention, bien qu'éveillée sur ce point, ne s'y était pas arrêtée, parce que je ne prévoyais pas pouvoir saisir la cause du phénomène. Au Salève on peut être plus heureux, et pour expliquer l'existence de ces paquets curieux, je rappellerai qu'à partir de la Grande Gorge on voit, en se dirigeant vers le sud, la partie supérieure de l'escarpement amorcer de temps en temps une portion de voûte;

cette voûte tend à s'accentuer plus loin et, comme M. Favre l'a observé, elle devient complète vers La Caille.

Il y a donc lieu de croire que ces paquets représentent des portions de voûtes rompues et affaissées contre la paroi. On pourrait bien supposer encore qu'ils résultent du relèvement de la lèvre affaissée ; mais cette lèvre étant constituée par la Mollasse sur une épaisseur considérable, on ne peut admettre l'arrivée au jour du Néocomien par ce mouvement.

Les paquets s'observent d'ailleurs là où les portions de voûtes ont disparu ; ils disparaissent eux-mêmes de temps en temps ; mais il est évident qu'ils se sont, à leur tour, éboulés, car ils sont remplacés par de vastes amas de décombres qui se projettent en avant du Salève.

La disposition des couches de ces paquets prouve que dans leur chute ils n'ont pas subi un double mouvement ; le mécanisme est indiqué par le croquis suivant (fig. 3), qui représente dans son ensemble le paquet situé au nord du pied de la Grande Gorge (le Néocomien à grains verts est appliqué contre l'escarpement).



1. Corallien.
2. Néocomien.
3. Néocomien à grains verts.
4. Urgonien.
ab, joint de rupture

Je n'admets pas, comme le fait M. Favre, que les couches les plus extérieures du paquet soient de la Mollasse ; on voit bien, au pied de la Grande Gorge, le Néocomien à grains verts passer à une sorte de grès très-calcaire, mais ce grès, dont on aperçoit des couches enclavées dans le Néocomien, appartient à ce dernier étage.

Cette divergence n'a d'importance qu'au point de vue de la détermination de l'époque de l'éboulement.

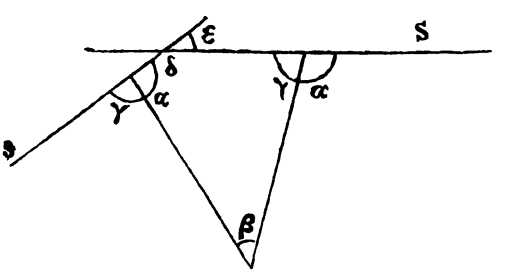
Lorsque la grande fracture du Salève s'est produite, la montagne était couronnée par l'Urgonien et par la Mollasse. A ce moment la voûte était fort épaisse et solide; on conçoit dès lors qu'elle ne se soit pas éboulée. Mais, à mesure que les eaux diluviennes ou toute autre cause rongeaient ces étages, à mesure aussi la faiblesse s'accentuait. L'absence de la Molasse dans le paquet, la faible épaisseur de l'Urgonien, indiquent que la chute a eu lieu alors que le revêtement supérieur, aujourd'hui complétement disparu, était déjà fort aminci, et, par conséquent, après la grande dénudation.

Cause de la production du vallon de Monetier. Je ne m'occuperai pas des gorges du Salève; elles ont été produites par des ravinements qui dans les anciens temps se formaient sur une vaste échelle. Il en est autrement du vallon de Monetier, dont l'origine est complexe.

Pour en rechercher la cause, il ne faut pas abandonner la méthode d'observation. Or, on constate que le vallon de Monetier coïncide avec un changement dans l'inclinaison des couches qui s'affaissent sous un nouvel angle plus fort vers le nord; ce fait seul implique péremptoirement que cette portion de montagne s'est affaissée et que le vallon a pour origine une fente ouverte vers le haut.

Ceci étant admis, le moment est arrivé d'appliquer le calcul et de voir si l'angle d'ouverture de ce vallon est bien celui que donne la géométrie, en supposant que cet angle provienne de l'affaissement de la montagne.

Soient S les couches du Grand-Salève, s celles du Petit-Salève;
α l'angle que font les couches du Grand-Salève avec le talus du vallon;
γ — — — Petit-Salève — — — ;
β l'angle de l'ouverture du vallon théorique;



On a : $360^\circ = \alpha + \beta + \gamma + \delta$;

Or : $\delta = 180^\circ - \varepsilon$, et : $\alpha + \gamma = 180^\circ$;

Donc : $360^\circ = 180^\circ + \beta + 180^\circ - \varepsilon$;

Donc : $\beta = \varepsilon$.

Or ε n'est autre chose que la différence de l'inclinaison des couches du Grand et du Petit-Salève ; l'angle du vallon doit donc être égal à cette différence, si le Petit-Salève s'est détaché du Grand-Salève uniquement par l'affaissement.

La mesure des angles donne : $\beta = 125°$; $\varepsilon = 13°$.

Il s'en suit que l'angle du vallon de Monetier devrait être théoriquement de 13° ; il est réellement de 125° ; donc il a été élargi de 112°, par :

1° Les courants diluviens. On en a la preuve par l'existence d'un véritable diluvium sans cailloux striés, semblable aux alluvions de l'Arve ; ce diluvium occupe le fond du vallon ;

2° Les glaciers, qui ont laissé leurs blocs glaciaires sur les flancs du vallon ;

3° Les dégradations dues aux pluies.

Séance du 19 *juin* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce trois présentations.

M. **Virlet d'Aoust,** en offrant à la Société sa lettre sur *le* **niveau moyen des mers** *du Globe* et sur la difficulté de fixer un **zéro d'altitude,** fait remarquer que beaucoup de personnes sont encore disposées à admettre que le niveau de la mer est partout chose constante ; loin de là cependant, et rien n'est au contraire plus variable. Le niveau des eaux varie non-seulement pour chaque mer, mais encore pour chaque point d'une même côte.

En effet, l'élément liquide, en raison de sa grande mobilité, cède facilement aux lois de la pesanteur. C'est ainsi que l'attraction du Soleil et celle de la Lune, selon que ces astres sont à leur *périgée* ou à leur *apogée,* soulèvent plus ou moins les eaux de la mer et produisent, par leur action combinée, le phénomène des marées, qui, suivant la configuration du sol, se manifeste par des hauteurs variant pour chaque port : sur nos côtes de l'Océan, par exemple, aux *syzigies,* le niveau moyen de la haute mer ne s'élève à l'embouchure de l'Adour qu'à 2^m 80, à Arcachon qu'à 3^m 90, à La Rochelle qu'à 5^m 34, à Brest qu'à 6^m 23,

tandis qu'il atteint 11m 36 à Saint-Malo et 12m 30 à Granville, mais qu'il ne s'élève à Cherbourg qu'à 5m 64, au Havre qu'à 7m 14 et à Dieppe qu'à 8m 80.

D'un autre côté, les pressions et dépressions atmosphériques font sans cesse varier le niveau de la mer, en même temps que l'attraction des côtes agit sur la masse fluide en raison directe de la masse des terres et en raison inverse du carré de la distance de leur centre de gravité. De cette loi de la pesanteur, il résulte que les côtes et les îles font varier partout le niveau de la mer en raison de leurs masses émergées et submergées, et que ce n'est réellement qu'en pleine mer et en dehors de leur influence attractive, qu'on pourrait trouver et déterminer le niveau moyen des mers ; mais par quel procédé y parvenir? Dans tous les cas, il ne pourrait toujours pas servir de repère fixe.

Le *niveau de la mer* ne peut donc rien avoir d'absolu, et cette expression n'est, à vrai dire, qu'une expression relative dont il faut savoir tenir compte dans les citations que l'on peut en faire ; car il n'est probablement pas le même à Bayonne qu'à Bordeaux, qu'à Brest, qu'à Cherbourg, etc.

Dans son *Rapport sur les* **recherches** *entreprises sur le terrain* **houiller** *des vallées de l'***Aumance** *et du* **Cher** *(Allier)*, M. Virlet d'Aoust a reproduit la carte de Boulanger au seul point de vue du terrain houiller, mais il a reconnu que dans cette région la formation houillère s'étend à l'ouest beaucoup plus que ne l'avait figuré cet ingénieur : elle se prolonge, en effet, entre Meaulne et Vallon jusqu'à la rivière du Cher, sous laquelle elle plonge pour s'étendre bien évidemment dans le département du même nom, où elle se trouve masquée par des formations plus récentes.

Quant à la relation de ses **Ascensions** *au* **Popocatépetl** *et à l'***Iztaccihuatl** *(Mexique)*, elle a eu pour but de faire ressortir les différences qui existent entre les ascensions en montagne et les ascensions en ballon, et surtout de démontrer que le prétendu *mal des montagnes* n'existe pas pour les vrais géologues habitués aux ascensions dans les hautes altitudes, mais seulement pour les personnes peu familiarisées avec les montagnes et la fatigue.

M. Dollfus donne lecture de la note suivante :

Sur un **Fossile** *nouveau du* **Cambrien**, par M. Gustave **Dollfus**.

J'ai l'honneur d'offrir à la Société géologique une note extraite du tome XIX (1875) des *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de*

Cherbourg, sur une forme organique nouvelle découverte dans les schistes cambriens des Moitiers d'Allonne (Manche) par un de nos anciens collègues, M. Levieux.

J'ai cru trouver une telle ressemblance entre cette forme fossile et ce que serait le moule d'une Actinie, que, sans me prononcer d'une façon absolue sur sa nature, je lui ai donné le nom de *Palæactis ? vetula*.

Ces schistes des Moitiers d'Allonne et de Carteret (1), azoïques jusqu'à ce jour, sont en stratification discordante avec le Silurien inférieur qui les surmonte.

Je les rapporte aux schistes de Saint-Lô et de Condé-sur-Noireau de Dalimier (2), aux schistes et grauwacke schisteuse de Noron (Calvados) (3), aux phyllades vertes de Bretagne (Dalimier), aux schistes de Rennes, aux phyllades de Landerneau (de Tromelin). Hors de France, mais avec plus de doute, je les assimile aux schistes de Llanberis dans le Pays de Galles (4) et à une partie de l'étage schisteux B de M. Barrande (5), en Bohême, surtout si je m'en rapporte aux détails donnés par Murchison (6).

Je saisis cette occasion pour rectifier une erreur qui s'est glissée dans cette note descriptive; il résulterait de nouvelles études, qu'il y aurait à la fois, aux Moitiers d'Allonne, des grès à *Calymene Tristani* signalés par MM. Bonnissent et Dalimier, et des grès à *Homalonotus*, et que c'est à tort que, ne voyant qu'une des couches, j'ai cru à une erreur de ces observateurs, qui n'avaient signalé qu'une assise fossilifère. M. de Tromelin et moi préparons d'ailleurs actuellement une liste aussi complète que possible des fossiles de cette intéressante localité.

M. Vasseur fait la communication suivante :

Coupe géologique de la **terrasse** *de la* **Seine** *à* **La Frette**, *près Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise)*,

par MM. G. **Vasseur** et L. **Carez**.

Pl. XIV.

Les travaux de fortifications que l'on exécute aux environs de Paris permettent de faire quelques observations géologiques. Nous désirons

(1) Bonnissent, *Essai géol. sur le dép. de la Manche*, p. 132.
(2) Dalimier, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XX, p. 126.
(3) Dalimier, *Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 907.
(4) Murchison, *Siluria*, 4e édit., p. 31.
(5) Barrande, *Bull.*, 2e sér., t. VIII, p. 150.
(6) Murchison, *Siluria*, 4e édit., p. 373; *Bull.*, 2e sér., t. XX, p. 155.

appeler particulièrement l'attention de la Société sur les tranchées ouvertes à La Frette, près de Cormeilles-en-Parisis.

Un chemin de fer a été établi dans cette localité pour transporter, depuis la Seine jusqu'au plateau de Montigny-les-Cormeilles, les matériaux nécessaires à la construction d'un nouveau fort. Les talus de cette voie ferrée présentent une belle succession de couches appartenant à diverses formations.

Lorsque l'on quitte l'emplacement des ouvrages militaires, situés à 168 mètres d'altitude, pour suivre la voie ferrée, on remarque d'abord les Meulières supérieures et les Sables de Fontainebleau.

Ces premières tranchées, qui n'offrent aucune particularité intéressante, cessent bientôt vers la cote 110m, et le chemin de fer suit presque uniformément le terrain naturel sur un parcours de 1 600 mètres. Il en résulte que les Marnes vertes et la formation gypseuse n'ont pas été mises à découvert en cet endroit; mais on peut les étudier facilement dans les plâtrières du voisinage, soit à Cormeilles, soit à Herblay.

Au contraire, les dépôts marins inférieurs au Gypse, le Calcaire de Saint-Ouen et les Sables moyens, que l'on ne voit le plus souvent qu'en des points séparés et qui constituent entre La Frette et Sartrouville la terrasse régulière de la Seine, ont été rencontrés dans les travaux de la voie ferrée. Ils s'y montrent sans lacunes et avec une netteté parfaite, dans une longue suite de talus qui commence à la cote 68m et se termine à la cote 31m environ.

Nous nous sommes efforcés de relever cette coupe avec grand soin, tandis que la végétation et les éboulis n'en masquent pas encore les détails.

Voici, de haut en bas, la succession des couches que l'on peut y observer :

1. Terre végétale. Épaisseur.	1m20
2. Remaniements constitués par des marnes feuilletées et des fragments de gypse et de calcaire siliceux.	1.10
Dépôts marins inférieurs au Gypse.	
3. Marne feuilletée, verdâtre ou jaunâtre, avec empreintes de coquilles marines : Cardites, Cérites, etc.; nous y avons trouvé une *Pholadomya Ludensis*..	0.15
4. Calcaire siliceux..	0.25
5. Marne feuilletée, jaune, parfois brunâtre, avec vestiges de coquilles marines et particulièrement de Pholadomyes.	0.19
6. Marne jaune, endurcie, avec géodes dont les parois sont tapissées de cristaux de carbonate de chaux.	0.45
7. Marne feuilletée, d'un jaune verdâtre; nombreuses empreintes de coquilles marines et d'*Amphitoïtes*. Nous n'avons vu dans cette couche aucune trace de Pholadomyes.	0.25

8. Calcaire siliceux, en lits très-irréguliers dans une marne schistoïde verdâtre, sans fossiles. 0.35
9. Quartz carié.. . . . . 0.02
10. Sable jaune-verdâtre. La partie supérieure de cette couche est très-calcarifère et renferme quelques vestiges de coquilles marines : Natices, Cérites, Cardites, etc.. . . . . 1.70
11. Marne verdâtre, avec empreintes de coquilles marines. 0.30
12. Calcaire sableux, jaunâtre; nombreux fossiles marins, tels que *Cerithium Cordieri, C. pleurotomoïdes, C. tricarinatum* (variété du Ouast, près de Mont-Javoult), grandes Natices, Lucines, etc.; quelques *Amphitoïtes*. 0.10

Formation du Calcaire de Saint-Ouen.

13. Calcaire siliceux; *Cyclostoma mumia*, r.. . . . . 0.06
14. Marne feuilletée, verdâtre. 0.02
15. Calcaire siliceux.. . . . . 0.03
16. Marne violacée. 0.04
17. Calcaire siliceux. 0.35
18. Marne violacée, avec nombreux rognons de silex ménilite. 0.35
19. Calcaire siliceux.. . . . . 0.50
20. Marne feuilletée, violacée, avec silex ménilites. 0.25
21. Calcaire siliceux.. . . . . 0.18
22. Marne blanchâtre. 0.04
23. Calcaire siliceux.. . . . . 0.18
24. Marne blanche, pétrie de granulations calcaires jaunâtres. 0.30
25. Marne tendre, d'un blanc légèrement rosé.. . . . . 0.18
26. Marne feuilletée, de couleur chocolat 0.15
27. Marne feuilletée, verte 0.12
28. Calcaire siliceux.. . . . . 0.25
29. Marne feuilletée, verdâtre à la partie supérieure, jaune à la base.. . 0.25
30. Calcaire siliceux.. . . . . 0.10
31. Calcaire blanc, siliceux par places, avec *Limnæa longiscata* et *Cyclostoma mumia* 0.78
32. Marne tendre, d'un blanc rosé; grande abondance de *Bithinia pusilla*. 0.08
33. Marne friable, rose, pétrie de *Cyclostoma mumia; Helix* rares. . . . 0.18
34. Calcaire blanc, rempli de Bithinies; quelques Cyclostomes; rognons de silex ménilite.. . . . . 0.84
35. Marne blanchâtre, avec nombreux lits de rognons de silex ménilite; Cyclostomes, Limnées et Bithinies vers le milieu de cette couche. . . 0.80
36. Calcaire blanc, siliceux par places; Bithinies nombreuses à la partie supérieure, rares à la base. 1.75
37. Marne feuilletée, brune. 0.02
38. Quartz carié 0.06

Sables moyens.

39. Couche à *Avicula fragilis* : c'est un calcaire gréseux, dur; les Avicules y sont fort abondantes, mais mal conservées. 0.13
40. Marne d'un blanc rosé, avec quelques rognons de silex ménilite. . . 0.18
41. Calcaire siliceux, en couches irrégulières alternant avec des lits de marne feuilletée verdâtre. 0.55
42. Calcaire d'un blanc-jaunâtre, siliceux à la partie supérieure. 0.77
43. Calcaire gréseux, verdâtre, avec nombreux moules de Potamides et

de Mélanies, passant, à la base, à un sable jaunâtre, à fossiles pourris. C'est la couche à *Melania hordacea*, si bien caractérisée dans la localité classique de Beauchamp. 0.30

44. Grès tantôt friable, tantôt très-dur ; *Cyclostoma mumia* et *Limnæa arenularia* rares. Cette couche n'est point constante et a dans sa plus grande épaisseur. 0.70

Dans les endroits où elle fait défaut, la couche à Mélanies repose directement sur le *sable de Beauchamp* proprement dit.

La partie supérieure de ce banc présente de nombreuses perforations remarquables, dues à des Annélides et remplies par le sable jaune sur-jacent. Les fossiles, mal conservés dans le grès à Mélanies, sont au contraire intacts dans les tubulures. On y reconnaît : *Potamides deperditus, P. scalaroïdes, Melania hordacea, Cythera elegans.*

45. Sable d'un gris-verdâtre, ou *sable de Beauchamp*, avec nombreux fossiles, tels que : *Ostrea cucullaris, Cerithium tuberculatum, C. mutabile, Lucina gibbosula, Diplodonta bidens, Melania hordacea, Callianassa Heberti*. 2.30

46. Grès jaune-verdâtre ; vestiges de coquilles marines. 0.20

47. Sable gris, sans fossiles. 0.73

48. Grès en gros rognons dans un sable calcarifère jaunâtre ; quelques galets ; nombreuses coquilles marines : *Ostrea, Pecten, Anomya, Corbula, Nummulites variolaria* très-abondante. 0.20

49. Sable calcarifère, jaune-verdâtre, sans fossiles. 1.30

50, 51, 52, 53. Grès concrétionné, en couches très-irrégulières dans un sable gris ou jaunâtre. 2.00

Les couches 50 et 52 sont pétries de fossiles marins, tels que : *Turritella Heberti, Cytherea depauperata, C. elegans, Cardita coravium, C. divergens, Cardium obliquum, C. rachites, Corbula ficus, Chama turgidula, Dactylopora cylindracea, Turbinolia sulcata, Nummulites variolaria*, dents de Squales.

54. Sable vert, un peu calcarifère. 3.00

On trouve à sa base des vestiges de coquilles marines : Cardites, Volutes, etc.

Caillasses du Calcaire grossier.

55. Marne jaunâtre, fragmentaire. 0.10

56. Quartz carié. 0.01

57. Calcaire siliceux. 0.15

58. Marne feuilletée, brunâtre. 0.02

59. Calcaire blanc-jaunâtre, visible sur. 0.30

Les tranchées cessent en cet endroit, et l'on ne peut pas observer les couches immédiatement inférieures ; mais à la cote 27m environ affleure, dans un talus de la voie, un banc de calcaire à Cérites, de 0m25 d'épaisseur, qui renferme les fossiles suivants : *Cerithium cristatum, C. denticulatum, Venus scobinellata, Arca angusta, Natica Studeri, Turbinolia*, Polypiers indéterminés.

En résumé, la coupe de La Frette nous montre, à 32 mètres d'altitude, les Caillasses du Calcaire grossier.

Les Sables moyens sont représentés par deux horizons bien distincts : les grès inférieurs à *Nummulites variolaria* et les sables de Beauchamp proprement dits. Le grès à *Melania hordacea* affleure à 47m70 et le banc à *Avicula fragilis* à 49m40.

Le Calcaire de Saint-Ouen, dont la partie supérieure est à 57m40, a 8 mètres d'épaisseur et est recouvert par les couches marines inférieures au Gypse.

Nous reconnaissons parmi celles-ci un niveau inférieur, formé d'un sable calcarifère qui renferme en abondance des Cérites et des Natices, et un niveau supérieur, essentiellement marneux et caractérisé par la présence de la *Pholadomya Ludensis*. Des observations plus anciennes, faites en divers points des environs de Paris, paraissent justifier cette distinction, sur laquelle on n'a peut-être pas jusqu'à ce jour suffisamment insisté.

En 1866, MM. Bioche et Fabre ont signalé la marne à *Pholadomya Ludensis* dans la carrière de M. Bast à Orgemont, près Argenteuil, et ont donné la coupe suivante dont nous ne voulons point rappeler tous les détails :

Troisième masse gypseuse.	
Marne à *Pholadomya Ludensis (marne soleil* des ouvriers) ; épaisseur .	0m40
Marne à fossiles marins, avec trémies, géodes et gypse niviforme. . . .	0.50
Marne sans fossiles.	0.50
Quatrième masse gypseuse..	1.50
Sable calcarifère, renfermant des coquilles marines, parmi lesquelles une belle espèce de *Mytilus* à laquelle M. Deshayes a donné le nom de *M. Biochei*.	

Cette couche était la dernière qui fut visible au fond de la carrière. Nous avons fait faire une fouille qui nous permet de compléter comme il suit cette coupe intéressante :

Sable calcarifère à *Mytilus Biochei*..	0.25
Sable argileux, verdâtre, sans fossiles.	1.00
Sable jaunâtre, avec rognons gréso-calcaires à la base..	1.25
Calcaire gréseux, très-dur, à fossiles marins ; ossements de *Myliobates*. .	0.60
Sable très-calcarifère, jaune-verdâtre, avec nombreux moules de Cérites, de Natices, etc., et gypse lenticulaire.	0.35
Calcaire de Saint-Ouen : Marne blanche, sans fossiles.	0.08
Marne feuilletée, brune	0.02
Calcaire siliceux, très-dur, visible sur.	0.15

On voit, d'après ce qui précède, que le sable calcarifère à Cérites existe aussi à Orgemont sous la marne à Pholadomyes, dont il est séparé par 1 mètre 50 de gypse environ. A Orgemont la partie supérieure du Calcaire de Saint-Ouen est à 42m64 d'altitude; elle est à 57m40 à La Frette, et à ce relèvement correspond la disparition de la quatrième

masse du Gypse, qui ne se trouve d'ailleurs que dans les points les plus profonds du bassin, tels que Montmartre ou Argenteuil.

Le niveau à Cérites a été encore signalé par M. Hébert à Brie-sur-Marne, au-dessous de la couche à Pholadomyes. La coupe relevée par M. Ch. d'Orbigny à l'embarcadère du Chemin de fer de Strasbourg montre que le sable calcarifère existe bien dans cette tranchée au-dessus du Calcaire de Saint-Ouen et est séparé du niveau à Pholadomyes par diverses couches marneuses. Le même sable a été observé en outre aux fortifications de Clichy, aux Docks et à Monceaux où il atteint 1 mètre d'épaisseur.

En terminant, nous tenons à remercier M. Munier-Chalmas de la détermination des fossiles qui caractérisent les divers niveaux de notre coupe.

M. Ruelle, chef de section au Chemin de fer de grande ceinture, a bien voulu faciliter notre travail en nous communiquant le profil de la voie ferrée de La Frette; nous sommes heureux de pouvoir lui en témoigner ici notre gratitude.

M. **Munier-Chalmas** a visité en détail, avec M. Vélain, la coupe qui vient d'être décrite. A la base du calcaire de Beauchamp, il a constaté la présence de petits lits fossilifères reliant les couches du Guespelle à celles de Beauchamp. La couche à *Cyclostoma mumia* est ravinée et percée par des Pholades et des vers marins; elle correspond aux couches marines à *Lucina saxorum* et dépend de la zone moyenne des sables de Beauchamp.

M. **Tournouër** veut seulement insister sur un point, celui de la distinction du véritable « *calcaire lacustre de Saint-Ouen* » à *Limnæa longiscata*, supérieur aux couches de Mortefontaine, et du calcaire lacustre inférieur à ces mêmes couches que M. Munier a le premier, à ce qu'il croit, et justement, distingué sous le nom de « *calcaire lacustre de Ducy.* » — Ce dépôt d'eau douce, à peine indiqué dans la coupe de MM. Vasseur et Carez, et qui manque souvent aux environs de Paris, est au contraire très-accusé et bien développé dans l'Est du département de l'Oise, à Ducy et à Ermenonville particulièrement, où le calcaire qui termine nettement les sables moyens proprement dits à *Cerithium tuberculosum* et *C. mutabile*, est assez important pour être exploité pour l'empierrement des routes. Ces deux dépôts lacustres sont très-différents par leur faune : celle de Ducy, caractérisée par la *Limnæa arenularia* et la *Nystia microstoma*, tient à la faune antérieure de l'Éocène moyen; et les deux calcaires sont séparés par les couches marines particulières de Mortefontaine, avec leur retour si intéressant et si caractéristique d'espèces ou variétés d'espèces du Calcaire grossier supérieur : *Cerithium (Potamides) tricarinatum*, *C. pleurotomoïdes*, *Fusus polygonus*, etc., dont quelques-unes se retrouvent ensuite et en montant, à plusieurs niveaux. Le calcaire de Ducy offre donc une

limite à laquelle on pourrait faire commencer la première division de l'Éocène supérieur, et c'est sans doute jusque-là que les Allemands feraient descendre leur Oligocène inférieur, comprenant nos couches paléothériennes, le calcaire de Ludes, etc.

M. Hébert ne croit pas pouvoir admettre la coupure proposée par M. Tournouër ; il ne peut séparer les couches de Mortefontaine des sables de Beauchamp. C'est au-dessus du calcaire de Saint-Ouen, dans les marnes à *Pholadomya Ludensis* qu'apparaît une nouvelle faune marine. Il ne pense pas qu'il y ait lieu de revenir sur la classification des terrains tertiaires, telle qu'elle est admise depuis longtemps.

M. Tournouër ne veut pas insister davantage sur une difficile question de classification. Il a tenu surtout à dire, ou plutôt à répéter, que c'est au niveau marqué par le calcaire de Ducy que l'on peut observer un fait de *migration* et de retour d'espèces qui n'est pas sans importance, qui est sous nos yeux et sous nos pieds, et sur lequel il se propose d'ailleurs depuis longtemps d'appeler l'attention de la Société par une communication spéciale.

M. Pellat recommande l'étude des calcaires de Ducy aux fours à chaux d'Ermenonville. D'anciennes exploitations permettent d'observer la superposition des sables à *Cerithium tricarinatum* au calcaire de Ducy, très-fossilifère sur ce point. Le calcaire de Saint-Ouen existe également sur le plateau d'Ermenonville ; la partie supérieure des sables moyens y est très-mince, et, comme le calcaire de Ducy et celui de Saint-Ouen sont très-rapprochés et ont beaucoup de ressemblance, rien n'est plus facile que de confondre ces deux calcaires.

M. Terquem présente le mémoire suivant :

Recherches sur les **Foraminifères** *du* **Bajocien** *de la* **Moselle,**

par M. **Terquem.**

Pl. XV-XVII.

Le **Bajocien** de la Moselle repose en général sur les marnes micacées, bleues, à *Trigonia litterata* et à *Discina*, qui terminent les dépôts du *fer hydroxydé oolithique*, et il est recouvert par les *marnes du Fuller's earth* à *Ammonites Parkinsoni*.

On y remarque deux assises distinctes par leur pétrographie et par leur faune : 1° l'inférieure, sous-divisée elle-même en deux parties, dont l'une, peu puissante et gréso-marneuse, est caractérisée par le *Chondrites scoparius*, et dont l'autre, qui est supérieure, comprend un massif constitué par du calcaire ferrugineux à *Ammonites Sowerbyi*

et par des marnes subordonnées; 2° l'assise supérieure, formée de *calcaire à Polypiers*, synchronique avec un *calcaire subcompacte* à *Belemnites giganteus*.

Comme nous venons de le dire, le Bajocien inférieur de la Moselle est composé d'un calcaire ferrugineux et de marnes subordonnées.

1° Le calcaire se présente en *masses* d'autant plus *puissantes* qu'on se rapproche davantage de l'Ardenne: épais de 10 à 20 mètres dans les environs de Metz, il acquiert de 50 à 60 mètres auprès de Longwy. Sa *coloration* est non moins variable : d'un noir intense il passe au gris, d'un bleu foncé au bleu pâle, d'un brun rougeâtre au jaune d'ocre. Sa *texture*, rarement compacte et presque toujours terreuse, rend la roche très-gélive; exceptionnellement elle est gréseuse, quand le calcaire repose directement sur le grès supraliasique; dans ce cas, le calcaire, lors de sa formation, a agglutiné les parties meubles du grès (côte Saint-Quentin).

La *Faune* de cette zone est très-riche et presque toujours localisée : ainsi, en ne mentionnant que les fossiles abondants et caractéristiques, on trouve au sommet du Saint-Quentin, *Ammonites Sowerbyi*, *Mytilus plicatus* et de nombreux *Bryozoaires;* au sommet de Plappeville, *Hettangia, Pleuromya tenuistriata, Astarte, Gervillia, Perna, Antophyllum decipiens* (très-abondant), plusieurs espèces de *Trigonia ;* au sommet de Vaux, *Ostrea sublobata ;* à la montée de Longwy, *Lingula Beanii* (dans un lit de 40 à 50 centimètres d'épaisseur); dans un talus du chemin de fer entre Cons-la-Granville et Longuyon, *Pleurotomaria* (nombreux et variés), *Perna, Homomya gigantea*, etc.

2° La roche est imprégnée de fer à l'état de *carbonate* ou d'*hydroxyde*, qui la colore en bleu ou en jaune. Ce fait se démontre : 1° par les concrétions ou les géodes de *carbonate de chaux* qui remplissent les fissures ou les petits canaux qui sillonnent la roche; 2° nulle part autour du massif, ni dans les marnes, on ne trouve les mâcles de chaux sulfatée (1) si abondantes dans les marnes du Lias et même dans le Fuller's de Fontoy.

3° Les *marnes subordonnées*, très-développées à Châtel-Saint-Germain, partout ailleurs en lits assez minces entre les bancs, sont terreuses, friables et d'une couleur noirâtre. Elles renferment peu de fossiles, presque toujours à l'état papyracé, et le plus souvent on ne retrouve que la partie externe des coquilles, avec tous les ornements qui les recouvraient : *Anomia* (de grande taille), *Pecten*, *Lima*, *Mytilus*. La constitution terreuse et friable des marnes les a rendues très-perméables, et la faune microscopique y est devenue fort rare; une seule loca-

(1) On sait que ces cristaux sont le résultat de la décomposition du sulfure de fer.

lité, Plappeville, nous a fourni les Foraminifères que nous publions; cette faune, quoique restreinte, suffit cependant pour caractériser la zone.

Nous avions vainement exploré un grand nombre de localités, et nous ne trouvions partout que quelques rares Cristellaires embryonnaires ou détériorées; nous désespérions enfin de pouvoir connaître la faune microscopique du Bajocien, lorsque M. Paqui, chirurgien militaire, explorant les environs de Metz, nous communiqua le résultat de ses recherches pour la localité de Plappeville. Nous nous étions proposé d'étendre cette étude et surtout de traiter une grande quantité de marnes, lorsque les événements de la guerre, puis l'exil que nous avons dû nous imposer, y apportèrent un obstacle invincible.

On comprend que la recherche des fossiles microscopiques ne peut avoir lieu que dans les parties désagrégées, et, par conséquent, n'être praticable que dans les marnes subordonnées du Bajocien inférieur.

La zone supérieure, le calcaire à Polypiers, formant des massifs compactes, des sortes d'attols, ne renferme pas de lits marneux; nous y avons trouvé deux Foraminifères parasites, un *Placopsilina* attaché sur une Lime et un *Spirillina* fixé sur une Avicule.

Les Foraminifères (1) se rapportent à 17 genres et comprennent 88 espèces ou variétés, dont les unes sont nouvelles et les autres identiques avec celles que nous avons publiées pour le Fuller's de Fontoy.

De tous ces fossiles, le genre *Marginulina*, qui compte 29 espèces ou variétés, a produit 3 espèces qui ont conservé une *forme liasienne* (2), tandis que toutes les autres présentent un *faciès oolithique* très-nettement caractérisé. La forme des coquilles et l'agencement des loges rapprochent l'ensemble de la faune bajocienne, de celle plus récente du Fuller's : ainsi, sur les 85 fossiles déterminés, 9 espèces et 22 variétés sont identiques; 19 espèces et 30 variétés sont nouvelles; ces 49 espèces ou variétés nouvelles ne se distinguent des types et de leurs variétés que par leurs ornements qui ont une plus grande simplicité ou qui manquent complétement. Par ces caractères, ces fossiles semblent être les précurseurs de la faune microscopique oolithique.

Suivant le nombre des espèces et des variétés qu'ils renferment, les genres peuvent être rangés dans l'ordre suivant : *Marginulina, Cristellaria, Flabellina, Polymorphina, Glandulina, Spirillina, Frondicularia, Dentalina, Globulina, Placopsilina, Nodosaria, Orbulina, Lagena, Robulina, Rotalina, Triloculina, Quinqueloculina.*

(1) Avec les Foraminifères, nous avons trouvé plusieurs espèces d'Entomostracées, des entroques d'*Astropecten*, de Comatules et d'Encrines, des plaques anales de Diadèmes, des spicules de tube ambulacraire, ainsi que des spicules de Gorgones.

(2) Cette forme liasienne ne s'est pas continuée dans le Fuller's.

Nous n'avons pas trouvé d'observations particulières à présenter sur les genres dont nous signalons la présence dans le Bajocien ; quant aux discussions critiques qui concernent les diagnoses en général, nous les avons exposées dans nos précédentes publications sur les Foraminifères du Fuller's.

Dans sa monographie de la zone à *Ammonites Sowerbyi* du Wurtemberg, Waagen (1) a cherché à faire connaître les rapports et les différences qui existent pour cette assise entre l'Allemagne, la France et l'Angleterre. Partout il a trouvé que les faunes étaient à peu près identiques, mais que la constitution des roches différait non-seulement d'un pays à un autre, mais encore dans une même province.

Les recherches auxquelles il a dû se livrer lui ont fourni une grande quantité de Foraminifères, dont il a confié le classement à M. Schwager.

Avant d'entreprendre ce travail, Schwager annonce (p. 148) que pour donner une idée de la faune microscopique de la zone, il ne représentera, pour le moment, que les espèces qu'il considère comme caractéristiques, se réservant d'en produire l'ensemble avec plus d'étendue dans un travail spécial (2).

Schwager fait toutefois remarquer que le genre *Cristellaire* domine de beaucoup par son nombre ; puis viennent les *Nodosaires ;* enfin les autres genres se produisent avec plus ou moins de rareté (3).

La planche XXXIV de son ouvrage renferme deux Entomostracées et dix-huit Foraminifères sur lesquels nous avons quelques observations à produire.

Le *Cristellaria lepida* (fig. 9) est une Marginuline et se rapporte au *M. flabelloïdes,* Terq. (4).

Les *Cristellaria Schlœnbachi* et *C. foliacea* (fig. 17 et 18) sont identiques avec le *C. hybrida,* Terq. (5).

Le *Flabellina semi-cristellaria* est identique avec le *F. primordialis,* Terq. (6).

(1) *Geognostisch-paläontologischen Beiträge,* t. I, 3e part. : Waagen, *Ueber die Zone des* Ammonites Sowerbyi ; Munich, 1867.

(2) La publication annoncée n'a pas encore eu lieu.

(3) L'auteur n'ayant fait aucune mention des *Agathistègues,* il paraîtrait que les fossiles de cet ordre manquent complétement dans le Wurtemberg.

(4) Terquem, *Mémoires sur les Foraminifères du système oolithique de Fontoy,* 1er Mém., p. 102, pl. VI, fig. 7.

(5) Terquem, *op. cit.,* 2e Mém., p. 179, pl. XIV, fig. 8 et 9.

(6) Terquem, *op. cit.,* 3e Mém., p. 221, pl. XXIII, fig. 21.

Description des espèces.

ORBULINA MACROPORA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 1.

O. testa albida, perlucida, foraminibus magnis, sparsis instructa.

Coquille blanchâtre, translucide, munie de pores très-grands et espacés. Fort rare.

Dimensions : diamètre, 0mm29; grossi 60 fois.

ORBULINA *sp.*

Nous rapportons à ce genre de petites sphères en sulfure de fer, de 0mm15 à 0mm20 de diamètre.

LAGENA GLOBOSA, *Walker.*

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 249, pl. XXV, fig. 24-26 (et non 25-27).

SPIRILLINA GRANULOSA, *Terquem.*

Cornuspira granulosa, Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 242, pl. XXV, fig. 12 *a* et *b*.

SPIRILLINA INFRAOOLITHICA, *Terquem.*

Cornuspira infraoolithica, Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 243, pl. XXV, fig. 13.

SPIRILLINA REGULARIS, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 2.

S. testa silicea, complanata, affixa, anfractibus 6-7 regularibus, rotundatis, sensim æqualibus.

Coquille siliceuse, adhérente, comprimée, formée de six ou sept tours arrondis, sensiblement égaux.

Cinq échantillons fixés dans l'intérieur d'une valve d'Avicule. Calcaire à Polypiers des Genivaux, près Metz.

Dimensions : diam., 1mm40; grossi 15 fois.

NODOSARIA MUTABILIS, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 3.

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 251, pl. XXVI, fig. 6-12.

Cette variété est très-irrégulière et, comme dans la figure 9 (3e *Mém.*, pl. XXVI), les loges sont décroissantes d'arrière en avant; les deux

premières sont quadrangulaires, à suture peu profonde, suivies d'un très-long et étroit étranglement; la troisième est également quadrangulaire et la dernière est déprimée. Fort rare.

Dimensions : longueur, 0mm90; largeur, 0mm28; grossi 25 fois.

NODOSARIA FONTINENSIS, *Terquem.*

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 251, pl. XXVI, fig. 1-5.

Cette coquille se rapporte à la variété figurée sous le n° 3 de la planche XXVI de notre 3e *Mémoire.*

GLANDULINA BAJOCIANA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 4-8.

G. testa abbreviata, recta, rotundata, lævigata, utrinque obtusa, loculis planis, suturis vix perspicuis.

Fig. 4. Coquille courte, droite, arrondie, à côtés parallèles, lisse, obtuse à ses extrémités, formée de loges planes, à sutures à peine visibles.

Dimensions : long., 0mm68; larg., 0mm24; grossi 30 fois.

Fig. 5. Coquille légèrement rétrécie dans le milieu, plus large en arrière qu'en avant; loges légèrement saillantes.

Dimensions : long., 0mm95; larg., 0mm29; grossi 25 fois.

Fig. 6. Coquille arrondie en avant et très-étroite en arrière; loge antérieure saillante, les autres planes.

Dimensions : long., 0mm70; larg., 0mm26; grossi 30 fois.

Fig. 7. Coquille rétrécie à ses deux extrémités, formée de loges planes, à sutures à peine visibles.

Dimensions : long., 0mm70; larg., 0mm27; grossi 30 fois.

Fig. 8. Coquille ovale, obtuse en arrière, plus étroite en arrière qu'en avant, formée de cinq loges planes.

Dimensions : long., 0mm52; larg., 0mm26; grossi 40 fois.

DENTALINA SUCCINCTA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 9.

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 257, pl. XXVI, fig. 21-23.

Cette coquille est incomplète, régulière, ornée de côtes arrondies, formée de loges saillantes, quadrangulaires, légèrement renflées, croissant régulièrement. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm95; larg., 0mm23; grossi 25 (et non 30) fois.

DENTALINA JUNCEA, *Terquem.*

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 267, p. XXIX, fig. 1 et 2.

DENTALINA INTORTA, *Terquem.*

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 262, pl. XXVII, fig. 26-34.

Cette variété se rapporte à la figure 32 de la planche XXVII de notre 3e *Mémoire.*

DENTALINA OOLITHICA, *Terquem.*

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 264, pl. XXVIII, fig. 5-15.

Cette variété se rapporte à la figure 10 de la planche XXVIII de notre 3e *Mémoire.*

PLACOPSILINA POLYPIARUM, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 10 et 11.

P. testa elongata, gracili, contorta vel recta, loculis irregularibus, prominentibus, rotundatis vel subquadrangularibus, rugosissimis.

Coquille allongée, droite ou pelotonnée, grêle, formée de loges irrégulières, arrondies ou subquadrangulaires, très-rugueuses.

Adhérent à une valve de *Lima.* Calcaire à Polypiers des Genivaux, près Metz.

Dimensions : long., 3mm; larg., 1mm; grossi 8 fois.

MARGINULINA SPARSICOSTA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 12-13 *b.*

M. testa elongata, recta, transversim rotundata, sexangulari, utrinque obtusa, sex costis rotundatis ornata, loculis non visibilibus.

Fig. 12. Coquille allongée, droite, arrondie et sexangulaire transversalement, à extrémités arrondies, ornée de six côtes arrondies, peu élevées, droites; loges non visibles; ouverture centrale. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm60; larg., 0mm18; grossi 40 fois.

Cette coquille se rapproche du *M. prima*, d'Orb. (1); elle en diffère par ses côtes qui ne sont pas interrompues, ni terminées en arc.

Fig. 13 *a* et *b.* Coquille allongée, droite, rétrécie à ses extrémités, à intervalles comme excavés, ornée de six côtes obtuses, très-élevées.

Dimensions : long., 0mm37; larg., 0mm14; grossi 60 fois.

(1) Terquem, 1er *Mém. sur les For. du Lias*, p. 52, pl. III, fig. 5 *a-d.*

MARGINULINA POSTERA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 14.

M. testa elongata, rotundata, recta, antice obtusa, lævigata, postice angustata, costis octo rectis, antice conjunctis ornata, loculis subæqualibus, planis, quadrangularibus, apertura subcentrali, obliqua.

Coquille allongée, arrondie, droite, obtuse et lisse en avant, rétrécie en arrière, ornée de huit côtes droites, soudées en forme d'arc dans le haut, formée de loges subégales, planes, subquadrangulaires (vues par transparence, arrondies); ouverture subcentrale, oblique; sutures larges.

Dimensions : long., 0mm73; larg., 0mm22; grossi 30 fois.

Cette coquille se rapproche du *M. prima,* d'Orb. (1) (elle pourrait même n'en constituer qu'une variété), par la disposition des loges et surtout par la jonction des côtes en forme d'arc et par la partie antérieure lisse; elle n'en diffère que par l'absence des arcs à chaque loge.

MARGINULINA LIGATA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 15-17.

M. testa elongata, rotundata, postice attenuata, antice rotundata, decem ornata costulis interruptis, loculis septem regularibus, quadrangularibus, primo minimo, suturis latis.

Fig. 15. Coquille allongée, arrondie, atténuée en arrière, renflée en avant, ornée de dix côtes étroites, interrompues, formée de sept loges régulières, saillantes, quadrangulaires, transversales, la première très-petite; sutures larges et peu profondes; ouverture centrale. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm55; larg., 0mm20; grossi 40 fois.

Cette espèce, par sa forme et la disposition de ses côtes, se rapproche du *M. interlineata,* Terq. (2); elle en diffère par ses côtes simples et interrompues et par ses loges saillantes.

Fig. 16. Coquille droite, obtuse à ses extrémités, ornée de six côtes, à six loges saillantes, la médiane plus grosse que les autres.

Dimensions : long., 0mm73; larg., 0mm17; grossi 30 fois.

Fig. 17. Coquille droite, arrondie en avant, subaiguë en arrière, ornée de huit côtes; loges peu saillantes.

Dimensions : long., 0mm44; larg., 0mm12; grossi 50 fois.

(1) Terquem, *ut suprà.*

(2) Terquem, 1er *Mém. sur les For. du Lias,* p. 57, pl. III, fig. 11 *a* et *b.*

MARGINULINA HARPULA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 18 et 19.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 81, pl. III, fig. 17, 18, 23 et 24.

Fig. 18. Cette variété se rapporte à la figure 17 de la planche III de notre 1er *Mémoire*, par sa forme et la disposition de ses loges; elle en diffère par ses côtes qui sont verticales. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm96; larg., 0mm38; grossi 20 fois.

Fig. 19. Cette variété se rapporte à la figure 18 de la planche citée plus haut; elle en diffère par la double courbure dorsale. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm78; larg., 0mm26; grossi 30 fois.

Une autre coquille est identique avec la variété figurée sous le no 18 de la planche III.

MARGINULINA TRIANGULARIS, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 20 *a* et *b*.

M. testa elongata, obtuse triangulari, lævigata, dorso truncata, loculis septem planis, sub-arcuatis, obliquis.

Coquille allongée, triangulaire, à angle obtus, lisse, tronquée sur le dos, formée de sept loges planes, très-légèrement arquées, obliques, la dernière projetée et dépassant les antérieures. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm70; larg., 0mm30; grossi 30 fois.

MARGINULINA BIANGULATA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 21 et 22.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 83, pl. III, fig. 21-22.

Cette espèce, aussi rare dans le Bajocien que dans le Fuller's, a fourni deux variétés.

Fig. 21. La première est un peu plus développée sur le côté ventral que dans la figure 21 de la planche III de notre 1er *Mémoire;* elle diffère de cette figure par ses ornements, qui ne consistent qu'en trois côtes très-fines.

Dimensions : long., 1mm25; larg., 0mm41; grossi 20 fois.

Fig. 22. La seconde variété diffère du type par un étroit étranglement postérieur; comme dans la première, il n'y a que trois côtes sur le côté ventral; les loges sont légèrement saillantes.

Dimensions : long., 1mm22; larg., 0mm32; grossi 20 fois.

MARGINULINA PAUPERATA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 23 et 24.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 77, pl. III, fig. 3-9.

Fig. 23. Cette variété se rapproche de la figure 3 de la planche III de notre 1er *Mémoire*, par la disposition des loges et des ornements; elle en diffère par la forme de la coquille moins régulièrement triangulaire.

Dimensions : long., 1mm; larg., 0mm43; grossi 20 fois.

Fig. 24. Cette variété, comme la précédente, présente les caractères généraux de la figure 3 précitée; elle en diffère par sa partie postérieure très-rétrécie et excavée.

Dimensions : long., 0mm72; larg., 0mm38; grossi 30 fois.

MARGINULINA FLABELLOÏDES, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 25 et 26.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 102, pl. VI, fig. 1-30.

Fig. 25. Cette variété se rapporte à la figure 12 de la planche VI de notre 1er *Mémoire* et n'en diffère que par la présence d'une carène dorsale.

Dimensions : long., 0mm90; larg., 0mm48; grossi 20 fois.

Fig. 26. Cette variété se rapproche de la figure 16 de la planche précitée; elle en diffère par le manque de tout ornement et par la carène dorsale.

Dimensions : long., 1mm14; larg., 0mm52; grossi 20 fois.

Une coquille est identique avec la figure 16 de la même planche; une autre avec la figure 12.

MARGINULINA HETEROPLEURA, *Terquem.*

Pl. XV, fig. 27 et 28.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 116, pl. VII, fig. 19-25.

Cette coquille semble être le type de l'espèce dont elle possède les caractères distinctifs. Elle est subtriangulaire, lisse, mucronée en arrière, acuminée en avant, formée de loges saillantes, arquées, la première semi-lunaire, la dernière triangulaire.

Fig. 27. Cette coquille diffère de l'espèce de Fontoy et de ses variétés par sa surface privée de tout ornement.

Dimensions : long., 0mm53; larg., 0mm20; grossi 40 fois.

Fig. 28. Cette variété se rapproche de la figure 24 de la planche VII

de notre 1er *Mémoire*, par la saillie et la disposition décurrente des loges; elle en diffère par ses côtes très-rares et verticales.

Dimensions : long., 1mm25; larg., 0mm53; grossi 20 fois.

Une coquille se montre identique avec la figure 22 de la planche précitée, et se trouve également dans le Bajocien de Fontoy.

MARGINULINA MACILENTA, *Terquem*.

Pl. XV, fig. 29 et 30.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 112, pl. VII, fig. 1-18.

Fig. 29. Cette variété se rapporte à la figure 3 de la planche VII de notre 1er *Mémoire*, par sa forme et ses ornements; elle en diffère par une moindre compression et un moins grand nombre de loges (5), presque horizontales.

Dimensions : long., 0mm39; larg., 0mm16; grossi 50 fois.

Fig. 30. Cette variété est allongée, un peu comprimée, irrégulièrement triangulaire en arrière, marquée d'un large sillon médian, ornée de fines côtes longitudinales, interrompues, formée de loges peu saillantes.

Dimensions : long., 0mm78; larg., 0mm24; grossi 30 fois.

MARGINULINA PINGUIS, *Terquem*.

Pl. XVI, fig. 1-5.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 119, pl. VII, fig. 28 et 29.

Cette espèce, fort rare dans le Fuller's de Fontoy, est au contraire abondante dans le Bajocien et a fourni plusieurs variétés.

Fig. 1. Cette coquille est identique avec la figure 28 de la planche VII de notre 1er *Mémoire*, quant à la forme et à la disposition des loges (5) et à leurs ornements; elle possède en plus une carène qui enveloppe le côté dorsal et le ventral.

Dimensions : long., 0mm52; larg., 0mm25; grossi 40 fois.

Fig. 2. Cette variété possède un plus grand nombre de loges (9) que la précédente; le dos est vertical et privé de carène.

Dimensions : long., 0mm65; larg., 0mm45; grossi 30 fois.

Fig. 3. Cette variété est formée de sept loges et munie d'une carène qui l'enveloppe entièrement.

Dimensions : long., 0mm75; larg., 0mm41; grossi 30 fois.

Fig. 4. Cette variété est privée de carène, formée de neuf loges saillantes et débordant la partie postérieure, de manière à la rendre ar-

rondie, au lieu d'être horizontale comme dans le type et ses variétés.

Dimensions : long., 1mm10; larg., 0mm50; grossi 20 fois.

Fig. 5. Cette variété est munie d'une carène sur le dos et en arrière, et formée de huit loges droites et saillantes.

Dimensions : long., 1mm10; larg., 0mm52; grossi 20 fois.

MARGINULINA FERRUGINEA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 6.

M. testa elongata, transversim compressa, acute ovata, postice obtusa, antice producta, dorso arcuata, ventro subangulari, costis tenuissimis, obliquis, integris ornata, loculis quatuor planis, arcuatis.

Coquille allongée, très-comprimée, ovale-aiguë, rétrécie et prolongée en avant, courbée sur le dos, arquée et subanguleuse sur le ventre, ornée de fines côtes obliques et entières, formée de quatre loges planes, très-arquées, visibles seulement par transparence. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm50; larg., 0mm19; grossi 40 fois.

MARGINULINA INTERRUPTA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 7.

M. testa vitrea, lævigata, elongata, arcuata, paululum compressa, postice mucronata, dorso carinata, idque costa instructa, loculis quinque ovalibus, prominentibus, subæqualibus, interruptis, septis latis.

Coquille vitreuse, lisse, allongée, arquée, légèrement comprimée, mucronée en arrière, carénée sur le dos et munie d'une arête longitudinale, formée de cinq loges sub-égales, très-espacées, saillantes, à cloisons très-larges (vues par transparence); test cristallin, transparent.

Dimensions : long., 1mm; larg., 0mm29; grossi 20 fois.

MARGINULINA SOLIDA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 8-9 *b*.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 122, pl. VIII, fig. 1-12.

Fig. 8. Cette variété se rapproche de la figure 9 de la planche VIII de notre 1er *Mémoire*, quant à la forme de la coquille ; elle en diffère par ses loges saillantes sur le dos.

Dimensions : long., 0mm48; larg., 0mm14; grossi 40 fois.

Fig. 9. Cette variété est nouvelle par sa forme allongée et irrégulière.

Dimensions : long., 0mm52; larg., 0mm16; grossi 40 fois.

MARGINULINA CONTRACTA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 10-13.

Terquem, *1er Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy,* p. 125, pl. VIII, fig. 13-24.

Indépendamment des nombreuses variétés que nous avons produites, nous en connaissons encore quatre nouvelles.

Fig. 10. Coquille allongée, droite, formée de loges très-obliques, presque égales, la première seule saillante.

Dimensions : long., 0mm75; larg., 0mm22; grossi 30 fois.

Fig. 11. Coquille allongée, rétrécie en arrière, formée de cinq loges régulières, la première et la dernière saillantes, les autres planes.

Dimensions : long., 0mm48; larg., 0mm15; grossi 40 fois.

Fig. 12. Coquille allongée, subtriangulaire, formée de loges très-obliques, la première semi-lunaire, la seconde projetée et en recouvrement, les autres régulières.

Dimensions : long., 0mm48; larg., 0mm20; grossi 40 fois.

Fig. 13. Coquille triangulaire ; loges croissant régulièrement, saillantes.

Dimensions : long., 0mm44; larg., 0mm24; grossi 50 fois.

FRONDICULARIA DENTALINIFORMIS, *Terquem.*

Terquem, *3e Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy,* p. 217, pl. XXIII, fig. 1-8.

Cette variété se rapporte à la figure 4 de la planche XXIII de notre 3e *Mémoire.*

FLABELLINA GYRATA, *Terquem.*

Terquem, *3e Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy,* p. 220, pl. XXIII, fig. 17.

FLABELLINA PRIMORDIALIS, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 14.

Terquem, *3e Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy,* p. 221, pl. XXIII, fig. 19-24.

Cette variété se rapporte à la figure 19 de la planche XXIII de notre 3e *Mémoire;* elle en diffère par ses loges antérieures plus embrassantes sur le côté ventral.

Dimensions : long., 0mm56; larg., 0mm34; grossi 40 fois.

D'autres coquilles se rapportent exactement aux figures 19, 20 et 21 de la planche précitée.

FLABELLINA TRIQUETRA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 15.

Cristellaria triquetra, Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy,* p. 168, pl. IX, fig. 25 et 26; *Flabellina triquetra,* Terq., 3e *Mém.*, p. 223, pl. XXIII, fig. 26-28.

Cette coquille se rapporte à la figure 27 de la planche XXIII de notre 3e *Mémoire ;* elle n'en diffère que par ses loges saillantes.

Coquille à base formée de loges arquées, saillantes, la première semi-lunaire, postérieure, deux loges antérieures en chevron; cloisons bordées.

Dimensions: long., 0mm50; larg., 0mm29; grossi 40 fois.

FLABELLINA SEMI-INVOLUTA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 16.

Terquem, 3e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy,* p. 225, pl. XXIII, fig. 29 et 30, et pl. XXIV, fig. 1-10.

Cette variété se rapporte exactement à la figure 10 de la planche XXIV de notre 3e *Mémoire,* pour la forme de la coquille et la disposition des loges; elle en diffère par sa surface complétement lisse.

Dimensions: long., 0mm56; larg., 0mm26; grossi 40 fois.

D'autres coquilles se montrent identiques avec les figures 29 et 30 de la planche XXIII du *Mémoire* précité; elles en diffèrent, comme la précédente variété, par l'absence de tout ornement.

FLABELLINA DISPARILIS, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 17.

F. testa ovata, lævigata, compressa, postice rotundata, idque tenue carinata, antice attenuata, basi semi-involuta, loculis planis, in loculo basali projectis, anticis duobus angulatis, prominentibus, primo basim involutante, altero inflato, una parte abbreviato.

Coquille ovale, lisse, comprimée, arrondie postérieurement et munie d'une étroite carène; base possédant un demi-tour d'enroulement, formée de loges planes, projetées sur la loge initiale; loges antérieures en chevron, l'une allongée et embrassant la base, l'autre renflée, raccourcie du côté ventral.

Cette espèce, par les dispositions des loges de la base, se rapproche du *F. semi-involuta,* Terq. (1); elle en diffère par l'irrégularité de ses loges antérieures.

Dimensions : long. 0mm60; larg., 0mm38; grossi 35 fois.

(1) Terquem, 3e *Mém.*, p. 225, pl. XXIV, fig. 3.

FLABELLINA FERRUGINEA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 18 et 19.

F. elongata, ovata, utrinque attenuata, compressa, lævigata, basi semi-involuta, testa minima, loculis anticis angulatis, numerosis (6-9), prominentibus, postice elongatis, projectis.

Fig. 18. Coquille allongée, ovale, atténuée à ses extrémités, lisse, comprimée, formée, à la base, d'une coquille à demi-enroulement; loges antérieures nombreuses (6 à 9), anguleuses, saillantes, allongées et décurrentes. Assez commun.

Dimensions : long., 1mm04; larg., 0mm52; grossi 20 fois.

Fig. 19. Coquille allongée, ovale, lisse, formée, à la base, de trois loges irrégulières, subsphériques; loges antérieures saillantes, régulières, décurrentes.

Dimensions : long., 0mm66; larg., 0mm34; grossi 35 fois.

FLABELLINA INTERMEDIA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 20 et 21.

F. testa elongata, lævigata, postice rotundata, antice attenuata, basi testa Cristellariæ primordialis, *loculis prominentibus, antice loculis angulatis, brevibus, latere abscisis, ultimo minimo, triangulari.*

Fig. 20. Coquille allongée, lisse, comprimée, arrondie en arrière, rétrécie en avant; base formée d'une variété du *Cristellaria primordialis* (1); loges antérieures anguleuses, courtes, tronquées sur les côtés, la dernière très-petite, triangulaire.

Dimensions : long., 0mm60; larg., 0mm22; grossi 35 fois.

Cette coquille réunit les caractères de deux espèces : elle possède la base du *F. primordialis* (2) et l'empilement des loges anguleuses du *F. semi-involuta* (3).

Fig. 21. Coquille allongée, ovale, lisse, formée, à la base, d'une Cristellaire se rapportant au *C. semi-involuta* (4), et antérieurement de loges très-allongées, saillantes, ne se rapportant à aucune des formes déjà connues.

Dimensions : long., 0mm96; larg., 0mm36; grossi 25 fois.

(1) Terquem, 2e *Mém.*, p. 166, pl. IX, fig. 2.
(2) Terquem, 3e *Mém.*, p. 221, pl. XXIII, fig. 20.
(3) Terquem, 3e *Mém.*, p. 225, pl. XXIII, fig. 29.
(4) Terquem, 2e *Mém.*, p. 175, pl. XI, fig. 30.

FLABELLINA CENTRALIS, *Terquem*.

Pl. XVI, fig. 22.

Cristellaria centralis, Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 181, pl. XV, fig. 1-30, et pl. XVI, fig. 1-6.

F. testa elongata, antice ovata, compressa, lævigata, basi involuta, loculoque centrali minuta, loculis prominentibus, tribus anticis angulatis, primo lævi, duobus elongatis, suturis prominentibus.

Coquille allongée, ovale antérieurement, comprimée, lisse; base formée d'une Cristellaire identique avec le *Cristellaria centralis* (1), à base enroulée et munie d'une loge centrale, douée de trois loges en chevron, la première petite, les deux autres allongées, à sutures saillantes.

Dimensions : long., 0mm54; larg., 0mm29; grossi 40 fois.

Cette espèce n'a pas été trouvée dans le Fuller's de Fontoy; par sa constitution, elle vient confirmer l'observation que nous avons faite sur le développement des Flabellines (2) : « On remarque, en général, que, lorsque l'animal change la forme de sa coquille, il abandonne complétement les premières loges; de la sorte la partie postérieure prend tous les caractères d'une coquille morte, et la fossilisation la produit terne et opaque, parfois injectée de sulfure de fer, tandis que sa partie antérieure, restée vivante, se montre brillante, translucide et blanche. »

CRISTELLARIA ANCEPS, *Terquem*.

Pl. XVI, fig. 23.

Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 166, pl. IX, fig. 11-21.

Cette coquille se rapporte, pour la forme et la disposition des loges, à la figure 13 de la planche IX de notre 2e *Mémoire;* elle en diffère par ses premières loges planes.

Dimensions : long., 0mm40; larg., 0mm21; grossi 50 fois.

CRISTELLARIA SUBINVOLUTA, *Terquem*.

Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 171, pl. X, fig. 1-18.

Coquilles identiques avec les variétés figurées sous les nos 2 et 18 de la planche X de notre 2e *Mémoire*.

(1) Terquem, *loc. cit.*, pl. XV, fig. 10.
(2) Terquem, 3e *Mém.*, introduction. p. 205.

CRISTELLARIA SEMI-INVOLUTA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 24 et 25.

Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 175, pl. XI, fig. 1-30.

Fig. 24. Cette coquille (vue par transparence) se rapporte à la figure 2 de la planche XI de notre 2e *Mémoire;* elle en diffère par ses loges peu saillantes.

Dimensions : long., 0mm63; larg., 0mm38; grossi 40 fois.

Fig. 25. Cette coquille ne se rapporte à aucune des nombreuses variétés déjà publiées.

Coquille droite, comprimée, carénée sur tout son pourtour, formée de loges saillantes, convergeant toutes vers la loge basale, semi-lunaire et latérale.

Dimensions : long., 0mm65; larg., 0mm33; grossi 30 fois.

Coquilles identiques avec les variétés figurées sous les nos 4, 5 et 10 de la planche XI de notre 2e *Mémoire.*

CRISTELLARIA HYBRIDA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 26.

Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 179, pl. XIV, fig. 1-30.

Cette coquille réunit les caractères propres à deux variétés : de la figure 24 de la planche XIV de notre 2e *Mémoire,* elle a les loges sphériques de la base; de la figure 30 de la même planche, les loges de la crosse, bordées, saillantes et irrégulières; enfin elle diffère de toutes deux par sa large carène.

Dimensions : long., 0mm67; larg., 0mm46; grossi 30 fois.

Coquille identique avec la figure 20 de la planche précitée.

CRISTELLARIA OOLITHICA, *Terquem.*

Pl. XVI, fig. 27 *a* à 28 *b*.

C. testa elongata, arcuata, compressa, lævigata, basi et dorso rotundata, ventro excavata, externe loculis non perspicuis, interne numerosis, primo sphærico, aliis acute triangularibus, in anfractu circa basim dispositis.

Fig. 27 *a* et *b*. Coquille allongée, arquée, comprimée, lisse, arrondie sur le dos et en arrière, excavée sur le côté ventral; extérieurement, loges non visibles et sutures à peine marquées; vue par transparence, loges nombreuses, la première sphérique, les autres triangulaires, à angle aigu, disposées en forme de spire autour de la base.

Dimensions : long., 0mm73; larg., 0mm40; grossi 30 fois.

Nous rapportons à cette espèce une coquille qui, par le mode d'enroulement très-simple de la base, appartient à une autre division, mais dont la forme et la disposition des loges se montrent identiques avec celles du type.

Fig. 28 *a* et *b*. Coquille arquée, comprimée, lisse, arrondie sur le dos et la base, excavée sur le côté ventral; extérieurement, loges non apparentes; vue par transparence, loges peu nombreuses, la première semilunaire, les suivantes triangulaires, à angle aigu, la dernière quadrangulaire.

Dimensions : long., 0mm63; larg., 0mm38; grossi 40 fois.

Cette espèce se rapproche du *Cristellaria pedum*, Terq. et Berth. (1), par la forme générale de la coquille et par la disposition des loges de la base; elle s'en éloigne par l'absence d'une carène et par la forme triangulaire des loges.

CRISTELLARIA RETICULATA, *Schwager*.

Pl. XVII, fig. 1-9 *b*.

Cristellaria reticulata, Schwager (2), *in* Waagen, *Ueber die Zone der* Ammonites Sowerbyi, p. 660, pl. XXXIV, fig. 14.

C. testa abbreviata, discoïdea, circiter depressa, idque carinata, costis latis, obtusis, radiantibus, longitudinaliter costulis angustis, concentricis, centro aliquot alveolis ornata, loculis non perspicuis.

Fig. 1. Coquille courte, discoïde, élevée au centre, déclive vers le bord, entourée d'une étroite carène, ornée de côtes rayonnantes, larges et arrondies, et de fines côtes longitudinales, concentriques, régulières; dans le centre quelques cavités imitant des alvéoles polygonales; loges non visibles.

Dimensions : long., 0mm85; larg., 0mm57; grossi 30 fois.

Fig. 2 *a-c*. Cette variété, qui diffère du type par ses ornements, le complète par la vue par transparence, qui donne la disposition des loges, caractéristique pour l'espèce.

Coquille courte, discoïde, carénée sur le pourtour, ornée d'arêtes vives, rayonnantes, et de fines côtes longitudinales, concentriques,

(1) Terquem et Berthelin, *Étude microscopique des Marnes du Lias moyen d'Essey-lès-Nancy (Mém. Soc. géol. France*, 2e sér., t. X, n° 3), p. 51, pl. XIV, fig. 15 *a-c*.

(2) Bien que Schwager n'ait donné pour type qu'une coquille embryonnaire et se rapportant à une variété, il fait cependant observer que la coquille adulte ne présente pas toujours des excavations semblables à celles de la fig. 7, et qu'elle est, au contraire, régulièrement striée ou costellée.

interrompues; vue par transparence, loges nombreuses, triangulaires, à angle arrondi, formant deux tours complets de spire.

Dimensions : long., 0mm82; larg., 0mm54; grossi 30 fois.

Fig. 3. Coquille embryonnaire du type, excavée au centre et sur les deux faces.

Cette excavation du centre nous paraît être plutôt le résultat d'une détérioration de la coquille que le fait d'un caractère propre à l'espèce, d'autant plus que nous ne connaissons aucune Cristellaire vivante ou fossile munie d'un ombilic.

Dimensions : long., 0mm62; larg., 0mm44; grossi 30 fois.

Fig. 4. Coquille courte, carénée, ornée de fines côtes longitudinales, irrégulières, surtout au centre où elles simulent des excavations.

Dimensions : long., 0mm78; larg., 0mm50; grossi 30 fois.

Fig. 5. Coquille courte, carénée, ornée de côtes rayonnantes, étroites, onduleuses, et de fines côtes longitudinales, très-irrégulières sur la base; loge antérieure finement striée en arrière, lisse en avant.

Dimensions : long., 0mm64; larg., 0mm48; grossi 30 fois.

Fig. 6. Coquille allongée, arrondie en arrière, triangulaire en avant, carénée, ornée de fines côtes concentriques, comme texturées, et de quelques excavations au centre; partie antérieure munie de lignes contournées, semblables à celles qui se remarquent sur les nombreuses variétés du *C. polymorpha,* Terq. (1).

Dimensions : long., 0mm92; larg., 0mm52; grossi 25 fois.

Fig. 7. Coquille embryonnaire, largement carénée, couverte de fines côtes irrégulières, simulant des excavations.

Dimensions : long., 0mm48; larg., 0mm40; grossi 50 fois.

Nous avons hésité à rapporter à cette espèce les deux coquilles suivantes, qui par leur forme semblaient s'en éloigner complétement: elles en diffèrent par l'absence de la carène et par la base beaucoup moins enroulée; elles s'en rapprochent par la forme des loges et par les ornements.

Fig. 8. Coquille ovale, à pourtour arrondi, ornée de sillons rayonnants, étroits, et de fines côtes longitudinales, concentriques; base très-étroite, munie d'un nucléus, formée de loges peu nombreuses, la dernière projetée vers la base et lisse.

Dimensions : long., 0mm34; larg., 0mm24; grossi 50 fois.

Fig. 9 *a.* Coquille allongée, ovale, arrondie sur le pourtour, genouillée dans le bas, ornée transversalement de larges sillons et lon-

(1) Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy,* p. 192, pl. XIX-XXI.

gitudinalement de fines côtes concentriques; base munie d'un demi-enroulement; loges non visibles extérieurement.

Fig. 9 *b*. La même coquille vue par transparence; loges peu nombreuses, à demi-remplies de sulfure de fer, triangulaires, à angle arrondi, la première sphérique, à base enroulée.

Dimensions: long., 0mm57; larg., 0mm26; grossi 40 fois.

CRISTELLARIA HELIOS, *Terquem.*

Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 183, pl. XVI, fig. 19-21.

Coquilles embryonnaires. Assez commun.

CRISTELLARIA POLYMORPHA, *Terquem.*

Terquem, 2e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 192, pl. XIX-XXI.

Coquille se rapportant à la figure 20 de la planche XIX de notre 2e *Mémoire*. Fort rare.

ROBULINA OOLITHICA, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 10 *a* et *b*.

R. testa orbiculari, lævigata, discoïdea, circiter cordata, dorso obtusa, nucleata, loculis planis, septis radiantibus, vix perspicuis.

Coquille orbiculaire, discoïde, lisse, bordée d'un cordon étroit, obtuse sur le dos, munie d'un nucléus large et peu saillant, formée de loges nombreuses, planes; cloisons à peine marquées. Très-commun.

Dimensions: long., 1mm02; larg., 0mm88; grossi 20 fois.

ROTALINA FERRUGINEA, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 11 *a-c*.

R testa orbiculari, lævigata, suprà leniter convexa, nucleata, infrà excavata, umbilicata, circiter obtusa, cordata, loculis sex convexiusculis, triangularibus, ultimo maximo.

Coquille orbiculaire, lisse, légèrement convexe et munie d'un nucléus en dessus, concave et ombiliquée en dessous, obtuse sur le pourtour et entourée d'un étroit cordon, formée de six loges peu convexes, triangulaires, la dernière très-grande. Assez rare.

Dimensions: long., 0mm44; larg., 0mm40; grossi 50 fois.

GLOBULINA OOLITHICA, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 12.

G. testa rotundata, subovata, lævigata, perlucida, poris tenuissimis, numerosis instructa, loculis tribus planis.

Coquille arrondie, subovale, lisse, brillante, transparente, couverte de pores très-fins et serrés, formée de trois loges planes.

Dimensions: long., 0mm31; larg., 0mm21; grossi 60 fois.

POLYMORPHINA SIMPLEX, *Terquem.*

Terquem, 4e *Mém. sur les For. du Lias*, p. 293, pl. XI, fig. 1-4; 4e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 292, pl. XXX, fig. 3-6.

Variétés se rapportant aux figures 4 et 5 de la planche XXX de notre 4e *Mémoire sur les Foraminifères du système oolithique.*

POLYMORPHINA BILOCULARIS, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 13*a*-16.

Terquem, 4e *Mém. sur les For. du Lias*, p. 293, pl. XI, fig. 9-32; 4e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 293, pl. XXX, fig. 7-35, et pl. XXXI, fig. 1-18.

Une coquille est identique avec la figure 10 de la planche XXX de notre 4e *Mémoire sur les Foraminifères du système oolithique.*

Fig. 13 *a* et *b*. Cette variété se rapproche de la figure 14 de cette même planche, par la forme sinueuse de la cloison ; elle en diffère par le rétrécissement des deux extrémités.

Dimensions: long., 0mm36; larg., 0mm16; grossi 60 fois.

Fig. 14. Cette variété se rapproche de la figure 21 de la planche précitée, par la forme de la coquille ; elle s'en éloigne par l'inégalité des loges et par sa suture onduleuse et transversale.

Dimensions: long., 0mm30; larg., 0mm15; grossi 60 fois.

Fig. 15 *a* et *b*. Cette variété se rapproche de la figure 29 de la même planche, par la disposition des loges; elle en diffère par leur forme très-étroite, qui les rend subaiguës en arrière.

Dimensions: long., 0mm33; larg., 0mm105; grossi 60 fois.

Fig. 16. Cette variété, qui n'a pas d'analogue parmi les Polymorphines du Fuller's, est ovale-arrondie, rétrécie en avant, arrondie en arrière, formée de loges planes, la première plus petite que la seconde.

Dimensions: long., 0mm39; larg., 0mm12; grossi 50 fois.

POLYMORPHINA TRILOBA, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 17.

Terquem, 4e *Mém. sur les For. du Lias*, p. 300, pl. XIII, fig. 17-21; 4e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 297, pl. XXXI, fig. 19-28.

Cette coquille n'a d'analogue ni dans le Lias, ni dans le Fuller's, et constitue une variété nouvelle ; elle est ovale, rétrécie et obtuse à ses extrémités, très-comprimée, formée de trois loges planes, la dernière plus petite que les précédentes.

Dimensions : long., 0mm25; larg., 0mm15; grossi 80 fois.

POLYMORPHINA CRUCIATA, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 18-22.

Terquem, 4e *Mém. sur les For. du Lias*, p. 299, pl. XIII, fig. 1-16: 4e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 301, pl. XXXII, fig. 12-27.

Fig. 18. Cette variété se rapproche de la figure 16 de la planche XXXII de notre 4e *Mémoire sur les Foraminifères du système oolithique*, par la forme de la coquille et la disposition des loges; elle en diffère par la loge antérieure arrondie et plus allongée, et par sa texture fortement rugueuse.

Dimensions : long., 0mm75; larg., 0mm33; grossi 30 fois.

Fig. 19. Cette variété se rapproche de la figure 23 de la planche précitée, par la forme et la disposition des loges ; elle en diffère par ses loges toutes planes et par sa texture rugueuse.

Dimensions : long., 0mm36; larg., 0mm19; grossi 60 fois.

Fig. 20. Cette variété se rapproche de la figure 27 de la même planche, par l'ensemble de la coquille ; elle en diffère par la première loge saillante.

Dimensions : long., 0mm38; larg., 0mm19; grossi 60 fois.

Fig. 21. Cette variété se rapproche de la figure 19 de la planche précitée, par l'ensemble de la coquille ; mais elle en diffère par sa première loge saillante.

Dimensions : long., 0mm29; larg., 0mm42; grossi 70 fois.

Fig. 22. Cette variété se rapporte à la précédente par l'ensemble de la coquille; elle en diffère par ses loges toutes planes et par sa forme arrondie.

Dimensions : long., 0mm36; larg., 0mm13; grossi 60 fois.

Toutes ces variétés ont leurs sutures arrondies et diffèrent ainsi du type liasien et de ses variétés, qui les ont anguleuses.

TRILOCULINA FERRUGINEA, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 23.

T. testa lævigata, ovata, elongata, transversim leniter compressa, antice producta, postice rotundata, utrinque æquali, loculis duobus elongatis, teretibus, velut tortis, sutura angusta, profunda.

Coquille lisse, ovale, allongée, légèrement comprimée transversalement, égale sur les deux faces, subacuminée en avant, arrondie en arrière, formée de deux loges allongées, renflées, comme tordues ; suture étroite et profonde ; test calcaire, spathique, brun. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm42 ; larg., 0mm19 ; grossi 50 fois.

Cette espèce se rapproche d'une des variétés du *T. variabilis*, Terq. (1), par sa disposition biloculaire ; elle en diffère par sa suture qui n'est pas large, et par la forme allongée et la torsion des loges.

QUINQUELOCULINA BAJOCIANA, *Terquem.*

Pl. XVII, fig. 24 *a-c.*

Q. testa elongata, irregulariter subtrigona, subrugosa, arenacea, antice producta, postice obtusa, loculis costula rotundata circumdatis, complanatis, una parte quatuor, altera tribus.

Coquille allongée, irrégulièrement trigone en dessus, presque plane en dessous, subacuminée en avant, obtuse en arrière, formée de loges bordées d'une côte obtuse, comprimées, au nombre de quatre sur une face et de trois sur l'autre ; test grisâtre, légèrement rugueux et arénacé. Fort rare.

Dimensions : long., 0mm52 ; larg., 0mm29 ; grossi 40 fois.

Cette espèce n'a pas de représentant parmi les Agathistègues de Fontoy ; elle trouve ses analogues en grande abondance dans la zone à *Ammonites ferrugineus* des environs de Varsovie.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XV.

Fig. 1. *Orbulina macropora*, Terq.
— 2. *Spirillina regularis*, Terq.

(1) Terquem, 4e *Mém. sur les For. du syst. ool. de Fontoy*, p. 328, pl. XXXV, fig. 14.

Fig. 3. *Nodosaria mutabilis*, Terq.
— 4-8. *Glandulina bajociana*, Terq.
— 9. *Dentalina succincta*, Terq.
— 10 et 11. *Placopsilina polypiarum*, Terq.
— 12-13*b*. *Marginulina sparsicosta*, Terq.
— 14. — *postera*, Terq.
— 15-17. — *ligata*, Terq.
— 18 et 19. — *harpula*, Terq.
— 20 *a* et *b*. — *triangularis*, Terq.
— 21 et 22. — *biangulata*, Terq.
— 23 et 24. — *pauperata*, Terq.
— 25 et 26. — *flabelloïdes*, Terq.
— 27 et 28. — *heteropleura*, Terq.
— 29 et 30. — *macilenta*, Terq.

Planche XVI.

Fig. 1-5. *Marginulina pinguis*, Terq.
— 6. — *ferruginea*, Terq.
— 7. — *interrupta*, Terq.
— 8-9 *b*. — *solida*, Terq.
— 10-13. — *contracta*, Terq.
— 14. *Flabellina primordialis*, Terq.
— 15. — *triquetra*, Terq.
— 16. — *semi-involuta*, Terq.
— 17. — *disparilis*, Terq.
— 18 et 19.— *ferruginea*, Terq.
— 20 et 21.— *intermedia*. Terq.
— 22. — *centralis*, Terq.
— 23. *Cristellaria anceps*, Terq.
— 24 et 25. — *semi-involuta*, Terq.
— 26. — *hybrida*, Terq.
— 27 *a* à 28 *b*. — *oolithica*, Terq.

Planche XVII.

Fig. 1-9 *b*. *Cristellaria reticulata*, Schwager.
— 10 *a* et *b*. *Robulina oolithica*, Terq.
— 11 *a-c*. *Rotalina ferruginea*, Terq.
— 12. *Globulina oolithica*, Terq.
— 13*a*-16. *Polymorphina bilocularis*. Terq.
— 17. — *triloba*, Terq.
— 18-22. — *cruciata*, Terq.
— 23. *Triloculina ferruginea*, Terq.
— 24 *a-c*. *Quinqueloculina bajociana*, Terq.

M. Albert Gaudry donne lecture d'une lettre de M. **Papier** qui annonce la découverte de débris d'un **Mammifère fossile** près de **Bone** (Algérie). Le sieur Émile Puchot, de Duvivier, les a trouvés à la profondeur de 8 mètres, en creusant un puits près de sa maison, sur la rive gauche de la Seybouse, en avant de Bone. M. l'abbé

Mougel a eu l'heureuse idée de les réclamer et de les adresser à l'Académie d'Hippone. M. Papier informe la Société que, sur sa proposition, l'Académie d'Hippone les lui envoie en communication. Il attribue à la formation pliocène le terrain dans lequel ils ont été recueillis. La couche fossilifère n'a que 0m25 d'épaisseur; mais son étendue horizontale paraît être considérable : c'est une bande de limon engagée au milieu d'un poudingue à cailloux de grès et à ciment calcaire.

M. Albert Gaudry met sous les yeux de la Société les échantillons envoyés par M. Papier et fait à leur sujet la communication suivante :

Sur un **Hippopotame** *fossile découvert à* **Bone** *(Algérie)*, par M. Albert **Gaudry**.

Pl. XVIII.

Mon savant ami, M. Sauvage, auquel M. Papier a adressé les fossiles nouvellement découverts à Bone, a bien voulu m'en confier la détermination. Ces pièces me paraissent intéressantes pour les paléontologistes qui cherchent à retrouver les enchaînements des êtres anciens avec les êtres actuels, car elles indiquent un Hippopotame dont la dentition est moins éloignée du type *Cochon* que celle des Hippopotames ordinaires. Le genre Hippopotame est un des plus aberrants dans la nature actuelle; il est curieux d'apprendre que, pendant les temps géologiques, quelques-unes de ces différences ont été moins accentuées que de nos jours.

Les pièces recueillies par notre confrère, M. Papier, méritent aussi l'attention des personnes qui étudient la distribution géographique des animaux fossiles; elles révèlent en Afrique l'existence ancienne d'un groupe que l'on croyait jusqu'à présent avoir été confiné dans l'Inde. Souvent les découvertes paléontologiques font apercevoir des liens, non-seulement entre les êtres des temps passés et ceux des temps actuels, mais aussi entre des contrées qui ont aujourd'hui des faunes différentes. Falconer et Cautley ont trouvé dans l'Inde plus d'une espèce qui se rapproche des fossiles de nos pays; les animaux de Pikermi ont montré de grandes ressemblances entre les Mammifères miocènes d'Europe et les Mammifères actuels d'Afrique; les importants travaux de MM. Hayden, Leidy, Marsh, Cope, dans les *Western Territories*, indiquent des rapports frappants entre la faune française et la faune américaine pendant une partie de l'époque tertiaire.

Les échantillons de Bone qui ont été adressés à la Société géologique sont les suivants : quatre incisives presque entières et deux incisives

brisées, deux canines, deux prémolaires et une moitié d'arrière-molaire. Ces dents semblent provenir d'une même mâchoire inférieure.

Les figures 1, 2 et 3 de la planche XVIII représentent les trois incisives d'un des côtés de la mâchoire inférieure; elles sont relativement assez petites et presque égales entre elles. Je pense que les plus grosses dents (fig. 1) étaient les premières incisives; elles sont malheureusement très-endommagées; leur principal diamètre est de 0m023. Les mitoyennes (fig. 2 et 2 *a*) sont un peu entamées par l'usure; elles sont couvertes d'émail au sommet de leur couronne; cet émail est épais et non cannelé; il forme une avance sur la face postérieure et sur la face antérieure; l'avance est plus allongée sur cette dernière; le plus grand diamètre est de 0m020. Les coins (fig. 3 et 3 *a*) ont également un émail épais, non cannelé, avec des bourrelets latéraux bien marqués, de sorte qu'il ressort sur le reste du fût; il forme aussi une sorte de languette ou avance sur la face postérieure et surtout sur la face antérieure; le plus grand diamètre est de 0m020. Les canines (fig. 4) sont à peine cannelées sur leur bord interne; elles ne le sont aucunement sur leur bord externe, où elles portent seulement des stries; elles ne sont pas très-grandes; leur largeur dans le milieu est de 0m044. Les molaires ne présentent pas de caractères particuliers, sauf que la seconde prémolaire (fig. 5 et 5 *a*) offre en dedans et en arrière un fort denticule, comme on en voit quelquefois aux dents de la mâchoire supérieure; la couronne de cette dent est longue de 0m035 sur 0m038 de hauteur.

L'animal fossile de Bone se distingue de l'*Hippopotamus amphibius* qui vit actuellement en Afrique, par sa mâchoire inférieure qui porte six incisives au lieu de quatre, par l'émail de ses incisives qui est bien plus épais, non cannelé, et qui se détache mieux du reste du fût, par ses incisives presque égales, tandis que dans l'espèce vivante les premières incisives sont beaucoup plus grosses que les autres, enfin par ses canines qui n'ont pas de fortes cannelures et ne montrent que des stries fines sur la face externe. Toutes ces particularités marquent une tendance vers les Cochons.

MM. Bayle et P. Gervais ont décrit des pièces d'Hippopotames fossiles trouvées en Afrique dans la province de Constantine; notre confrère Laurent, de si regrettable mémoire, a donné au Muséum des échantillons provenant des bords du canal de Suez, que chacun de nous a pu voir à l'Exposition universelle de 1867. Ces débris d'Hippopotames, ainsi que ceux que l'on rencontre dans les terrains quaternaires d'Europe, présentent les mêmes caractères que l'*Hippopotamus amphibius*. On leur a quelquefois donné les noms de *major* ou de *Pentlandi*, mais je ne connais pas de motifs suffisants pour leur appliquer un nom spécial.

L'*H. major* du Pliocène se distingue de l'*H. amphibius* par son extrême grosseur ; d'ailleurs tous les caractères essentiels des dents sont les mêmes.

M. Alphonse Milne-Edwards m'a montré les pièces de l'espèce de Madagascar qui a été rapportée par M. Grandidier ; cette espèce appartient au groupe où les incisives sont au nombre de quatre.

L'*H. liberiensis*, qui vit à Liberia (Afrique), a des canines non cannelées, comme dans le fossile de Bone; mais, par ses incisives, il marque une tendance opposée, car ces dents sont réduites à deux à la mâchoire inférieure.

L'*H. minutus*, signalé par Cuvier comme ayant été trouvé dans un grès à base calcaire entre Dax et Tartas (1), avait des canines semblables à celles de l'*H. liberiensis;* M. P. Gervais a émis l'opinion qu'il était très-voisin de cette espèce (2).

Cautley et Falconer ont figuré dans la *Fauna Sivalensis* des Hippopotames fossiles de l'Inde qui ont six incisives inférieures. Ils les ont inscrits sous les noms d'*Hexaprotodon* (3) *sivalensis*, *H. iravaticus* et *H. namadicus*. A en juger par les figures qui ont été données et par les échantillons du Musée de Paris, l'espèce de Bone ressemble extrêmement à l'*Hexaprotodon sivalensis* et surtout à l'*H. namadicus*. Mais dans ses descriptions, Falconer (4) n'a point fait remarquer que l'extrémité supérieure des incisives de ces animaux offre une disposition différente de celle qu'on observe dans les Hippopotames vivants. Si les dents de l'Inde eussent présenté les mêmes particularités qui se montrent chez l'Hippopotame de Bone, il n'est point probable qu'elles eussent échappé à un aussi habile paléontologiste, qui a justement passé pour avoir le don de saisir les moindres nuances offertes par les espèces fossiles. Je dois donc provisoirement supposer que l'animal de Bone n'est pas identique avec ceux de l'Inde.

(1) M. Tournoüer, qui a si bien exploré le Sud-Ouest de la France, m'a dit qu'il ne connaissait entre Dax et Tartas, au-dessous des sables des Landes, que la mollasse calcaire coquillière à *Ostrea crassissima*, dite *Mollasse marine de l'Armagnac* (Miocène moyen ou supérieur). On devrait donc supposer que les débris d'une espèce d'Hippopotame, c'est-à-dire d'un animal de rivière, ont été déposés dans la mer. Il paraît d'ailleurs que les Hippopotames vont quelquefois à la mer.

(2) Gervais, *Zoologie et Paléontologie générales*, 1re sér., p. 250; 1867-1869.

(3) Ἓξ six, πρῶτος premier, ὀδὼν dent. On sait que ce nom d'*Hexaprotodon* fait opposition à celui de *Tetraprotodon* proposé pour les Hippopotames à quatre incisives (τέσσαρες quatre, πρῶτος premier, et ὀδὼν).

(4) Falconer et Cautley, *On the fossil Hippopotamus of the Sewalik Hills (Palæontological Memoirs*, t. I, p. 130; in-8°, 1868). Les échantillons ou les figures que j'ai vus ont les extrémités de leurs incisives trop usées pour que j'aie pu les bien étudier.

D'après cela, je pense que les fossiles envoyés par notre confrère M. Papier se rapportent à une espèce nouvelle ; on pourrait donner à cette espèce le nom d'*Hippopotamus (Hexaprotodon) hipponensis*, pour rappeler qu'elle a été découverte non loin des ruines de l'ancienne Hippone, et que c'est à l'Académie d'Hippone que nous devons sa connaissance.

Le nom d'*Hexaprotodon* peut être admis comme nom de sous-genre, mais non pas comme nom de genre ; car, ainsi que le pensait Cuvier, la présence ou l'absence d'une paire d'incisives ne saurait être considérée comme suffisante pour constituer un genre. Falconer (1) a cité dans la collection de M. Ball, à Dublin, une mâchoire inférieure d'Hippopotame qui a trois incisives du côté droit et deux incisives du côté gauche ; j'ai également remarqué dans le Musée de Paris une mâchoire d'Hippopotame où les incisives sont à droite en même nombre que chez les *Hexaprotodon*, et à gauche en même nombre que chez les *Tetraprotodon*.

On a vu, dans les pages précédentes, que, sous le rapport de la dentition, l'Hippopotame fossile de Bone est moins éloigné des formes des Cochons que les Hippopotames ordinaires. Il serait curieux de trouver les os des membres, notamment ceux des pattes, pour savoir s'ils ne diminueraient pas également la grande lacune qui existe aujourd'hui entre les Hippopotames et les Cochons.

Je pense être l'interprète de la Société géologique en remerciant l'Académie d'Hippone, et principalement M. Papier, pour les pièces intéressantes qu'ils ont bien voulu nous communiquer.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII.

Fig. 1. Première incisive inférieure, vue en avant ; la couronne est brisée.
Fig. 2. Seconde incisive inférieure, vue en avant ; fig. 2 *a*. Extrémité supérieure de la même, vue sur la face postérieure.
Fig. 3. Troisième incisive inférieure, vue en avant ; fig. 3 *a*. Extrémité supérieure de la même, vue sur la face postérieure.
Fig. 4. Canine inférieure, vue sur la face externe.
Fig. 5. Seconde prémolaire inférieure, vue sur la face externe ; fig. 5 *a*. La même vue sur la face interne.

M. Pomel pense que le poudingue dans lequel ont été trouvés les ossements que M. Gaudry vient de décrire, appartient au terrain quaternaire ; il ne connaît pas, en effet, d'autre terrain dans les environs de Bone.

(1) *Note on the existing* Hippopotamus liberiensis, *with a Synopsis of the Hippopotamidæ fossil and recent (Palæontological Memoirs*, t. II, p. 406 ; 1868).

M. Daubrée fait la communication suivante :

Expériences faites pour expliquer les **alvéoles** *de forme* **arrondie** *que présente très-fréquemment la surface des* **Météorites,** par M. **Daubrée.**

La configuration extérieure des météorites qui ont conservé leur surface originelle est surtout remarquable par sa nature fragmentaire. Un second caractère, également signalé par tous les observateurs, consiste dans la présence très-fréquente de dépressions arrondies, d'une forme caractéristique, que l'on a comparées depuis longtemps à l'empreinte plus ou moins profonde que laisse un doigt sur une pâte molle. Ces *alvéoles arrondies*-ou cupules se rencontrent dans les météorites de toutes sortes, sporadosidères, syssidères et holosidères : nulle part elles ne sont aussi prononcées que dans ces dernières.

Il paraissait naturel de chercher la cause de ces dépressions alvéolaires dans un éclatement qui se serait produit à la surface de ces corps, lorsqu'ils ont été brusquement surpris par la chaleur, au moment de leur entrée dans l'atmosphère terrestre. Mais aucune des expériences faites dans cette direction n'a confirmé cette supposition.

D'un autre côté, certains gros grains de poudre incomplétement comburés, qui tombent parfois devant la bouche des canons, présentent des alvéoles tout-à-fait semblables, quant à leur forme, à celles de beaucoup de météorites. D'après des expériences directes, ces cavités de la poudre sont dues aux gaz qui se développent au moment de l'ignition et qui tourbillonnent en divers points, sous une pression très-élevée.

Ce fait a été démontré par la manière dont les gaz de la poudre, sous une pression d'environ mille atmosphères, ont affouillé des sphéroïdes de zinc qui leur étaient soumis.

De même, quand les météorites entrent dans notre atmosphère, avec la vitesse énorme de 20 à 30 kilomètres à la seconde, elles sont soumises, de la part de l'air qu'elles frappent, à des pressions très-considérables ; de là des mouvements gyratoires énergiques. En tourbillonnant ainsi sous de telles pressions, l'air tend à tarauder, comme le montre une série d'expériences. Cette action mécanique est, en général, accompagnée et renforcée de l'action chimique due à la nature combustible des roches météoritiques à ces hautes températures.

Séance du 26 juin 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT.

M. Sauvage, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Arcelin, Secrétaire perpétuel de l'Académie, à Macon (Saône-et-Loire), présenté par MM. Delafond et Tardy ;

Cumont (Georges), place Impériale, 55, à Alost (Belgique), présenté par MM. Hébert et Sauvage ;

Durwell (Eugène), Chimiste, à Saïda (Algérie), présenté par MM. Pellat et Sauvage.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

M. Terquem fait la communication suivante :

Observations sur l'étude des **Foraminifères**, par M. **Terquem.**

Pl. XIII.

Il est bon parfois de faire une revue rétrospective pour établir un inventaire des faits acquis à la science pendant un certain laps de temps.

Depuis 1846, date du dernier ouvrage de d'Orbigny, et sauf les douze mémoires que j'ai publiés sur les Foraminifères du Lias et de l'Oolithe inférieure, aucun travail sérieux n'a paru en France sur cette famille; on ne saurait attribuer une valeur scientifique à quelques listes incomplètes ou incorrectes, qui ont été publiées sans texte explicatif ni figures.

Pendant ce temps, en Allemagne et en Angleterre, plus de vingt auteurs ont publié des ouvrages remarquables, qui mentionnent des explorations dirigées avec soin et des inventaires consultés avec fruit.

Pour faciliter les recherches ultérieures, je me permettrai de donner quelques indications sur les collections de Foraminifères qui se trouvent à Paris.

Par mes publications j'ai constaté la présence d'environ 1 500 espèces

ou variétés dans le Lias et l'Oolithe inférieure de la Moselle ; les types d'environ 1 100 d'entre elles se trouvent à l'École des Mines. Cette collection ne pourra recevoir d'extension, attendu que le défaut d'espace la fait reléguer dans les combles.

Au laboratoire de Géologie du Muséum, se trouvent réunies plusieurs séries, rangées dans des tiroirs et formant un ensemble d'environ 1 100 espèces :

1° La collection des coquilles vivantes et tertiaires, classées suivant le tableau inséré dans les *Annales du Muséum*, en 1826, par d'Orbigny ;

2° Les types, publiés par d'Orbigny, des Foraminifères tertiaires de Vienne (Autriche) ;

3° Une série de Foraminifères tertiaires de la Hongrie ;

4° Une série de Foraminifères tertiaires de l'Allemagne ;

5° Les types des Foraminifères de la Craie de Meudon d'après le mémoire de d'Orbigny ;

6° Une série de Foraminifères de la Craie de l'Oise classée d'après d'Orbigny, Reuss et Cornuel, et donnée par M. Vion, d'Amiens ;

7° Une nombreuse série de Foraminifères du Lias de la Moselle.

Reste, pour compléter cet ensemble, le classement des espèces publiées par d'Orbigny, de Cuba, de l'Amérique méridionale et des îles Canaries. Ce travail terminé, il y aura à examiner le sable contenu dans près de 700 flacons, provenant de toutes les mers et renfermant des coquilles en grande quantité et de toute nature.

— La recherche des Foraminifères sur certaines de nos plages me parut, dans le principe, peu fructueuse, faute de connaître un moyen convenable pour se procurer ces coquilles ; le hasard m'en ayant indiqué un, je m'empresse de le porter à la connaissance de mes collègues.

Ayant trouvé dans l'estomac de Poissons des coquilles qui ne s'observent que très-rarement sur la plage, j'eus l'idée d'examiner l'estomac et les intestins des Crabes : j'y découvris des Foraminifères et de nombreux spicules d'Actinies et d'Éponges ; j'en trouvai de même dans les Oursins roulés par les flots. De là je fus conduit à examiner l'*enveloppe testacée* des *Térébelles :* elles me fournirent de nombreux *Mollusques* inconnus sur la plage, une grande quantité de *Foraminifères* et des *Entomostracés* assez abondants.

— Parmi les Mollusques, les Gastropodes sont en grande majorité *dextres,* et lorsque, par exception, une coquille est *senestre,* on remarque qu'elle se présente comme déformée et dans un état qui semble, pour ainsi dire, contraire à sa nature.

Il n'en est pas de même pour les Foraminifères : dans les coquilles enroulées de l'ordre des *Hélicostègues* et de la division des Turbinoïdes,

les coquilles d'une même espèce sont indifféremment dextres ou senestres, sans que l'enroulement perde rien de sa régularité.

Cette disposition se retrouve également dans les coquilles simplement pelotonnées qui constituent l'ordre des *Agathistègues*, principalement dans les Quinqueloculines, c'est-à-dire que l'ouverture se montre dirigée à droite ou à gauche.

— Dans les récentes études que j'ai faites, j'ai observé un fait physiologique que je crois assez intéressant pour être publié.

Les Foraminifères, dans leur manière d'être, se comportent comme les Acéphales : comme eux, ils sont libres ou fixés.

Dans ce dernier cas, il y a lieu de faire plusieurs observations :

1° Les coquilles se détachent très-facilement et ne sont pas déformées par leur support : les Rotalines, les Rosalines, les *Peneroplis*, les Orbitulites, etc.

2° Les coquilles se montrent plus ou moins déformées : les Planorbulines, les Truncatulines.

3° Les coquilles sont soudées sur leur support et ne peuvent en être détachées : les Placopsilines et les Webbines.

On comprend que, quand on rencontre une coquille unique, plus ou moins déformée ou qui montre les traces d'une attache, on n'y veuille reconnaître que le résultat du hasard, qui ne doit exercer aucune influence sur la diagnose du genre auquel appartient cette coquille. Mais il n'en est pas de même quand toutes les coquilles d'une espèce se présentent avec cette disposition, qui acquiert alors la valeur d'un caractère spécifique. Ainsi, dans la Craie de l'Oise nous avons trouvé, pour le premier cas, un échantillon de *Lituola* (Pl. XIII, fig. 3) muni d'un tube qui le traverse dans toute sa longueur; pour le second cas, un très-grand nombre de *Bolivina* (Pl. XIII, fig. 4 *a-c)* qui, toutes, se montrent canaliculées sur une face.

Nous avons eu à observer le même fait pour deux espèces de *Spiroloculina* trouvées dans du sable de l'île de Rhodes : l'une, vitreuse et translucide, se montre sur une face légèrement convexe et formée de 7 ou 8 loges régulières (Pl. XIII, fig. 1 *a-c)*; sur l'autre face, il ne se produit que les deux loges externes et il existe au milieu une gouttière profonde qui montre que la *disposition normale* de la coquille est d'être *attachée dès le jeune âge*. L'autre espèce est terne et opaque et montre, quant au reste, les mêmes caractères que la précédente (Pl. XIII, fig. 2 *a-c)*.

Nous avons trouvé, sur des Géodies provenant de Dunkerque, un grand nombre d'échantillons de *Quinqueloculina*, tous déformés et démontrant par leur variabilité qu'il convient de réunir dans une seule

espèce les *Q. Hauerina*, d'Orbigny, *Q. subrotunda*, Montagu, et *Q. disciformis*, Williamson.

Il résulte de cette observation que la diagnose de ces genres demande à recevoir quelques modifications : que, d'une part, et surtout pour les Agathistègues, le test n'est pas constamment *opaque* et *porcelané*; que, d'autre part, les espèces ne vivent pas toujours *libres* et montrent parfois des *traces évidentes d'attache*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII (fig. 1-4).

Fig. 1 *a-c*. *Spiroloculina*, de l'île de Rhodes.
Fig. 2 *a-c*. *Spiroloculina*, id. id.
Fig. 3. *Lituola*, de la Craie du département de l'Oise.
Fig. 4 *a-c*. *Bolivina*, id. id. id.

M. Munier-Chalmas analyse le travail suivant :

*Notes sur l'*Indo-Chine (1),
par M. F. Ratte.

Le plus grand fleuve de l'Indo-Chine, le Mé-Kong ou Cambodge, coule à peu près parallèlement à une grande chaîne à laquelle on donne simplement le nom de Chaîne de Cochinchine, et qui sépare le bassin du fleuve de l'empire d'Annam.

Roches granitiques. — L'axe de la chaîne paraît formé de roches granitiques; ses derniers pics apparaissent aux environs de Baria, au cap Saint-Jacques et à Poulo-Condore (2). De petites montagnes granitiques, contreforts éloignés de cette chaîne, se montrent encore aux environs de Tay-Ninh (Basse-Cochinchine).

A Kretchés, ainsi qu'à Poulo-Condore et au cap Saint-Jacques, les granites sont accompagnés de syénites. M. Joubert signale des ophites au niveau de Stung-Treng sur le Mé-Kong.

L'exposition permanente des produits des Colonies possède des porphyres dioritiques et des diorites du cap Saint-Jacques.

A l'ouest, le bassin du Mé-Kong est séparé de celui du Mé-Nam par une chaîne moins accentuée, interrompue en beaucoup de points, mais dont l'axe paraît encore granitique. Les montagnes des provinces de Pursat et de Lovek (Cambodge) et celles des environs de Chaudoc

(1) J'ai fait les déterminations lithologiques indiquées dans ce travail au laboratoire des recherches de Géologie de la Sorbonne.

(2) *Poulo : île* en langue malaise.

(Basse-Cochinchine) peuvent être considérées comme devant leur relief principal à des éruptions de granite.

Roches métamorphiques. — Des talcschistes, des schistes et des euritines ont déjà été signalés dans les montagnes de Pursat ; j'ai reconnu des roches analogues dans les échantillons rapportés par M. Pierre de son voyage aux montagnes situées à l'ouest du lac Tonlé-Sap.

Schistes, calcaires, quartzites. — La Commission d'exploration du Mé-Kong a reconnu, en plusieurs points du Grand-Fleuve (1), des bancs de marbre. M. Joubert indique ces calcaires sur presque tout le parcours de la Commission, depuis le Cambodge jusque sur les bords du Fleuve Bleu, et les rapporte au Dévonien.

A Mong-Kou, près Tong-Tchouen-Fou, le Yang-Tsé-Kiang coule encaissé, à 850 mètres de profondeur, entre des murailles verticales de calcaire.

Dans les endroits où il a été possible d'observer les roches sous-jacentes (2), la Commission a constaté l'existence de schistes analogues minéralogiquement aux schistes siluriens (à l'île de Khong et aux rapides de Bien-Hoa, par exemple). Dans cette dernière localité les schistes reposent immédiatement sur le granite, mais on n'y a pas encore trouvé de fossiles permettant d'établir leur âge avec certitude.

Sur les limites montagneuses du bassin et sur quelques autres points, la puissante formation calcaire dont nous nous occupons a été traversée par des éruptions de porphyres, qui en ont relevé les couches dans des positions inclinées ou verticales.

A la suite d'actions érosives qui ont dû s'exercer pendant un temps très-long, il s'est formé des pics, des gorges et des grottes. On rencontre dans l'Indo-Chine un grand nombre de ces grottes calcaires ; quelques-unes sont affectées au culte du Bouddha.

Dans le Cambodge le calcaire est exploité comme pierre à chaux à Phnom-Kanlang (3) et à Phnom-Tratung, au nord de Hatien.

Je signalerai encore sa présence sur les bords du fleuve à Kretchés et dans les deux collines appelées Phnom-Kombo, l'une au sud, l'autre au nord de Stung-Treng.

Dans la province de Pursat il y a aussi des calcaires, dont M. Le Mesle a rapporté des échantillons.

En Cochinchine on exploite, pour la fabrication de la chaux, les calcaires de Hatien.

(1) Les Cambodgiens appellent le Mé-Kong *Tonlé-Thom (Grand-Fleuve).*

(2) Fr. Garnier, *Voyage d'exploration en Indo-Chine*, effectué par une commission française présidée par M. Doudart de Lagrée, t. II, p. 132.

(3) *Phnom : montagne* en cambodgien.

Jusqu'à présent cette formation calcaire n'a fourni comme fossile qu'un *Hemithyris*, indéterminable comme espèce, trouvé dans la province de Battambang (Siam).

Les échantillons provenant du Cambodge que je dois à l'obligeance de M. Moura, représentant du protectorat français à Phnom-Penh, sont des marbres parfois bréchoïdes et veinés de rouge ou de violacé ; le fond est d'un gris sale ; de place en place on voit miroiter des cristaux spathiques appartenant à des débris d'Encrines. Ils présentent d'ailleurs, suivant les localités, des teintes variées : blanche, grise, bleuâtre, noire, brune, rougeâtre, rosée.

Les collines situées près d'Oudong, ancienne capitale du Cambodge, sont composées, suivant M. Joubert, de quartzites que ce savant associe aux calcaires et rapporte, comme ceux-ci, au Dévonien (1).

Psammites, grès feldspathiques, arkoses, grès grossiers et poudingues. — Au-dessus de ces dépôts viennent des grès de diverses natures, que M. Joubert range dans le Trias, ainsi que les couches de houille du Se-Tchouen connues sous la dénomination de *Chinese Coal measures*, et les couches de sel gemme de l'Indo-Chine et de la Chine méridionale (2).

D'après ce savant explorateur, aux mines de cuivre de Bassac, dans le Laos, à la base de ces grès il se trouve des schistes micacés et des calschistes, avec quelques minces lits de charbon ; la partie supérieure est formée de grès et de psammites.

Dans le Cambodge, on rencontre çà et là de petites montagnes ou mornes, témoins restés debout de ces puissants dépôts, que d'immenses érosions, produites sans doute par les courants diluviens de la période quaternaire, ont enlevés sur une profondeur de plusieurs centaines de mètres et sur une étendue qui est presque celle du bassin inférieur du Cambodge, depuis la Basse-Cochinchine jusqu'aux limites septentrionales du royaume.

Dans notre voyage archéologique, je n'ai pu visiter que quatre montagnes ou collines de grès : Phnom Sonthuc, Phnom Penh (3), Phnom Koulen et Phnom Bok (fig. 1).

Phnom Sonthuc, près Kompong-Thom. — Au milieu d'un pays plat, submergé à l'époque des hautes eaux, se dresse un monticule conique, boisé, dont les pentes sont sillonnées de ravins bordés ou obstrués par de gros blocs de grès entassés pêle-mêle dans les positions les plus pittoresques et rappelant les sites de la forêt de Fontainebleau. La plupart

(1) *Op. cit.*, p. 134. coupe 6, et p. 141.

(2) *Op. cit.*, p. 123 à 127 et 135.

(3) Cette colline, qui porte le même nom que la capitale actuelle du Cambodge, est située dans le nord entre Préacan et Kaker.

de ces blocs sont constitués par un grès grossier, à texture lâche, à ciment ocreux, contenant parfois des cristaux octaédriques de fer oxydulé (1). Sur le sommet on retrouve ce grès en place.

Deux ou trois blocs, de près de dix mètres de haut, sont sculptés en forme de Bouddha dans l'attitude du repos.

Sous ce banc de grès grossier on voit un grès un peu feldspathique, micacé, grisâtre, à grain fin.

Préacan, Kaker, Phnom-Penh. — Préacan est le centre d'un groupe de monuments remarquables, assez éloignés des gisements des grès qui ont pu servir à leur construction. Pour trouver des grès en place, il faut aller vers le nord jusqu'aux environs de Kaker ; là on rencontre un petit morne isolé, appelé Phnom-Penh, auquel succède une chaîne de collines que nos guides nous ont désignée sous le nom de Phnom-Phbeng, et dont le profil rappelle les dômes de grès des Vosges.

Les bords escarpés d'un torrent asséché me permirent de reconnaître, à partir de la base, une succession de psammites micacés rouges, avec dendrites d'oxyde de manganèse, de grès à grain fin, en bancs épais, mouchetés de grains noirs, de psammites verdâtres, de grès en bancs de 0m30 à 0m40, enfin de poudingues calcaires dont je n'ai pu recueillir que deux échantillons dans les éboulis du torrent. L'un d'eux est un poudingue calcaréo-ferrugineux, formé de petits fragments d'un calcaire plus ou moins brun-rougeâtre, roulés et enduits d'une couche de fer hydroxydé, et de concrétions de ce même fer hydroxydé, le tout réuni par un ciment ferrugineux ; les vacuoles sont remplies par du carbonate de chaux cristallisé blanc. L'autre échantillon est un poudingue gris-verdâtre, à éléments réunis par un ciment argiloïde, verdâtre, fusible.

A Préacan et à Kouao, le sous-sol est formé par des roches feldspathiques dont il ne m'a pas été possible de déterminer la position stratigraphique.

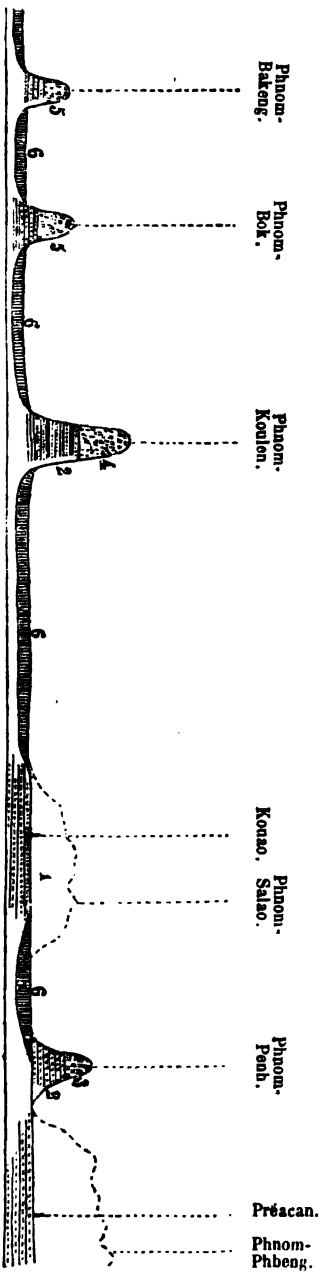
La roche de Préacan est un psammite feldspathique, contenant beaucoup de grains de feldspath non altéré, des paillettes de mica rose et de mica noir. Cette roche est intermédiaire, comme composition et comme structure, entre les psammites et les arkoses. Elle contient, en outre, des débris de roches phylladiennes, verdâtres, grisâtres et noires, et des grains de quartz verdâtre.

La roche de Kouao est un conglomérat de feldspath rose provenant de la décomposition d'un porphyre feldspathique, avec fragments d'orthose et parties argiloïdes grises et lie de vin.

(1) Il y a des grès semblables, avec fer oxydulé, à l'île de Phu-Quocq (Golfe de Siam, Cochinchine française).

Fig. 1.

Longueur de cette coupe, environ 125 kilomètres.



1. Conglomérats et psammites feldspathiques polygéniques.
2. Grès feldspathiques à grain fin et psammites.
3. Poudingues calcaires.
4. Grès grossiers et poudingues.
5. Poudingues quartzeux.
6. Dépôts ferrugineux quaternaires et alluvions récentes.

M. Joubert a reconnu des arkoses entre Vien-Chang et Luang-Prabang, dans le Laos ; il place ces roches à la partie supérieure de la formation triasique de l'Indo-Chine.

Méléa, Phnom-Koulen. — Méléa est un petit village situé à une vingtaine de lieues à l'ouest de Préacan, à peu près à égale distance entre cette ville et Angkor-la-Grande, sur un affluent de la rive droite du Stung-Chakreng et à l'est d'une petite chaîne dont le sommet le plus voisin est Phnom-Koulen.

On ne peut douter que les matériaux qui ont servi à la construction des monuments de Méléa et de la province d'Angkor ne proviennent de cette montagne. De nombreux chantiers d'exploitation abandonnés depuis des siècles permettent encore de se rendre compte du mode de travail usité autrefois chez les Khmers. Les Cambodgiens modernes ont conservé une légende suivant laquelle le Grand Architecte du Ciel aurait construit les monuments avec de la boue qui se serait ensuite durcie. L'expression cambodgienne par laquelle est désigné le grès à bâtir, *Thmâ phok*, s'accorde bien avec la légende.

Là, comme à Phnom-Penh, nous trouvons les grès micacés accompagnés de psammites.

Mais ce que je n'ai vu qu'à Phnom-Koulen, c'est un banc d'un calcaire gris, sableux, passant à un grès calcarifère avec parties saccharoïdes et très-petites paillettes de mica.

De même qu'à Phnom-Sonthuc, la partie supérieure des couches de Phnom-Koulen est constituée par des grès quartzeux, grossiers, avec lits de poudingues. Ces grès, à ciment kaolinique et à gros grains de quartz, se désagrégent facilement sous l'action des agents atmosphériques. Les blocs restés en place présentent alors les formes les plus pittoresques.

Snangkriem, Phnom-Bok. — Entre Méléa et Angkor, au nord du village de Snangkriem, se dresse un morne appelé Phnom-Bok. Entouré de marais et d'anciennes carrières de pierre de Bien-Hoa, il est surmonté d'un monument brahmanique à trois tours.

Le poudingue affleure en ce point sur une grande surface. Les éléments qui le composent consistent en galets d'un silex jaspoïde rouge et gris clair, cimentés par une argile ferrugineuse renfermant de petits cristaux de quartz et de feldspath et paraissant provenir de la destruction de roches volcaniques. Certains galets de quartz altéré sont criblés de petites cavités qui semblent renfermer des zéolithes.

Ce poudingue contient parfois du fer oligiste et de petits noyaux de peroxyde de fer recouverts d'une couche ocreuse.

Angkor, Phnom-Bakeng. — Notre voyage s'est prématurément terminé par l'étude des ruines d'Angkor et des environs.

A peu de distance au sud d'Angkor est un petit morne appelé Phnom-Bakeng, sur lequel est bâti un monument à terrasses rectangulaires. Comme je ne l'ai pas exploré, je vais citer ce qu'en dit M. Joubert (1):

« Entre la pagode et l'ancienne ville d'Angkor, il existe un petit » monticule en pain de sucre, appelé Mont Bakeng, composé de pou- » dingues polygéniques; c'est un grès jaunâtre, empâtant de gros galets » siliceux, des blocs de quartz, de la pegmatite dont les cristaux de » feldspath sont décomposés, et plusieurs autres roches. »

Et plus loin :

« Des conglomérats avec porphyres quartzeux, quartzites, quartz, » le tout relié par une pâte de grès micacé, se voient à Khong et sont » synchroniques de ces poudingues, qui forment la partie supérieure » de la formation triasique du Laos. »

Bassac (Laos). — Comme je l'ai déjà fait remarquer, c'est à Bassac, dans le Laos, que M. Joubert a vu la coupe la plus complète des terrains que nous étudions. Dans cette coupe les couches se présentent, de bas en haut, dans l'ordre suivant (2) :

1° « Schistes bruns, avec parcelles très-petites de mica blanc.

2° » Calschistes grisâtres et noirâtres, argileux par places, avec parties sili- » ceuses, passant au conglomérat; quelques empreintes végétales très-frustres et » fragments de charbon vers la partie supérieure.

3° » Les couches supérieures sont imprégnées de carbonate de cuivre bleu et » vert; elles ont de 0m50 à 1 mètre de puissance. Des couches de charbon, de 0m005 » à 0m03 d'épaisseur, s'intercalent entre ces couches.

4° » Grès jaunâtre, micacé.

5° » Psammites d'un jaune verdâtre, à paillettes nombreuses de mica, contenant » quelques fragments de charbon.

6° » Psammites rosés, à grain plus ou moins fin, à nombreuses et petites pail- » lettes de mica.

7° » Psammites rouges, avec parties entièrement siliceuses. »

Au-dessus de Bassac les psammites occupent une grande étendue et renferment du sel gemme exploité dans le pays (3).

En résumé, nous avons, de bas en haut :

Roches schisteuses et euritiques.
Calcaires et quartzites.
Schistes et calschistes.
Grès arkoses à grain fin et psammites.
Grès grossiers et poudingues.

(1) *Op. cit.*, p. 83.
(2) *Op. cit.*, p. 135.
(3) *Op. cit.*, p. 136.

J'ai déjà signalé à Préacan et à Kouao des roches feldspathiques dont je n'ai pu reconnaître la place dans l'ordre stratigraphique.

Les psammites, les grès feldspathiques, les grès grossiers et les poudingues sont les seules roches que j'ai pu observer d'une manière assez constante dans notre voyage.

Les grès qui ont été employés à la construction des monuments Khmers sont ceux que j'ai désignés sous le nom de grès à grain fin. Ils sont plus ou moins feldspathiques et micacés, et peuvent même être considérés comme des arkoses à éléments très-atténués. Ils sont de teinte verdâtre, grisâtre ou rosée.

Je citerai comme exemples :

Grès un peu feldspathique, à grain fin, avec mica argentin, mica vert et mica brun, à ciment kaolinique peu abondant, de couleur verdâtre. Ce grès paraît alterner avec les psammites de Phnom-Koulen. Monuments d'Angkor et de Méléa.

Grès feldspathique à grain fin, ou arkose polygénique, formé de petits grains de quartz, de feldspath rosâtre non altéré, d'amphibole et de mica, réunis par un ciment kaolinique ; couleur grise un peu violacée. Cette roche contient parfois des noyaux argileux assez volumineux. Gisement probable entre Préacan et Kaker. Monuments de Préacan.

Grès rose, rubané, avec très-peu de mica blanc et feldspath très-atténué. Carrières et monuments de Phnom-Batheay. Cette localité n'a été visitée que par M. Doudart de Lagrée. J'ai trouvé une variété analogue, mais à grain plus fin et plus feldspathique, à Phnom-Koulen, au-dessus des psammites et du calcaire sableux dont il a déjà été question.

Les grès grossiers sont associés aux poudingues et passent à ces roches ; leurs caractères les distinguent à première vue des grès feldspathiques à grain fin. A Phnom-Sonthuc, ainsi qu'à Phnom-Koulen, ils occupent la partie supérieure.

Calcaires compactes, arkoses, grès et poudingues de divers points de l'Indo-Chine. — Dans les collections du Muséum se trouvent des roches provenant de différentes parties de l'Indo-Chine.

Je vais citer celles qui m'ont paru minéralogiquement analogues aux roches que j'ai rapportées du Cambodge et du royaume de Siam :

Calcaires compactes, arkoses à grain fin et grès grossiers à ciment kaolinique des environs de Hué et des provinces voisines (Annam), rapportés par M. l'abbé Montrouzier ;

Calcaires de Martaban et de la péninsule Malaise ;

Grès argilifères et grès ocreux de Rangoun ;

Grès grossiers noirâtres de la baie de Tourane (Chevalier) ;

Grès quartzeux, ferrifères, à ciment kaolinique, des environs de Singapour ; j'en ai vu les analogues à la rade de New-Harbour (Singapour) ;

Poudingues quartzeux, à ciment de fer hydroxydé, de la baie de Tourane (Chevalier).

J'ajouterai que les arkoses et les grès à ciment kaolinique plus ou moins ocreux désignés par Cordier sous le nom de *métaxytes* se rencontrent sur de nombreux points de la Cochinchine française, par exemple aux environs de Bien-Hoa, de Tay-Ninh, à l'île de Phu-Quocq, etc.

Roches éruptives. — Les formations dont nous venons de parler ont été, à différentes époques, bouleversées par des éruptions de porphyres et de mélaphyres (1).

Des éruptions volcaniques dont l'âge ne peut être encore fixé, mais qui ne remontent probablement pas au-delà de l'époque tertiaire, sont aussi venu modifier le relief du sol et ont amené au jour des basaltes, des laves, des trachytes, des ponces. On a signalé des laves au cap Saint-Jacques, des ponces, des spilites à Hatiao, près Chaudoc, dans notre colonie, des montagnes volcaniques et des sources sulfureuses à Poulo-Condore. Mais le massif volcanique le plus important, et qui renferme aussi des porphyres de différents âges, s'étend dans le Laos inférieur, entre Bassac et Saravan, à l'est du Mé-Kong.

Pendant le voyage d'exploration aux ruines des monuments Khmers, j'ai rencontré, hors place, il est vrai, entre Préacan et Kouao, en vue des montagnes désignées sous le nom de Phnom Salao, des roches éruptives indiquant une contrée volcanique située plus au nord, mais inexplorée.

Les quatre principaux échantillons recueillis dans cet endroit sont:

Pétrosilex gris-blanchâtre, très-siliceux, très-difficilement fusible, avec quartz hyalin ;

Lave feldspathique décomposée et pénétrée d'oxyde de fer, avec nombreux cristaux de feldspath et cavités remplies postérieurement de calcédoine ;

Mélaphyre passant au spilite, semblable à ceux d'Oberstein, présentant, comme ces derniers, des cavités remplies postérieurement de calcédoine entourée d'une matière verte ; traces de zéolithes et parties calcaires dans les fissures ;

Dolérite brunâtre, composée de pyroxène jaunâtre et de pyroxène noir.

Age des roches anciennes et secondaires. — Il resterait à déterminer l'âge des couches dont je viens de donner un aperçu ; mais je ne crois pas qu'il soit possible de se prononcer avant d'avoir découvert des fossiles déterminables propres à éclairer la question.

M. Pumpelly, qui a exploré une partie de la Chine, a rapporté au Dévonien et au Trias des calcaires et des grès analogues à ceux que l'on trouve au Cambodge, dans le royaume de Siam et au Laos. C'est ainsi que les dépôts de charbon du Se-Tchouen, dans la Chine méridionale, sont classés par lui dans le Trias, ainsi que les amas de sel

(1) Joubert, *op. cit.*, p. 131.

gemme de cette même contrée. Mais on sait que M. de Richthofen a reconnu en Chine la présence du Silurien, du Dévonien, du Carbonifère, etc. M. l'abbé Armand David, qui a longtemps exploré la Chine, a recueilli (1), dans des couches de houille, des plantes fossiles qui ont été reconnues identiques avec des espèces de l'oolithe de Whitby (Yorkshire).

D'un autre côté, le terrain jurassique a été signalé dans l'Indo-Chine. D'après M. Marcou (2), le Musée de Boston possède des exemplaires d'*Ammonites bifrons* et d'*A. communis* recueillis sur les bords de l'Iraouaddy.

Il faut, sans doute, rapporter à l'un des terrains indiqués plus haut un calcaire rempli d'Avicules et signalé par M. Joubert (3); malheureusement l'échantillon a été recueilli dans le lit d'un torrent, en sorte que l'on ignore sa provenance.

Formations quaternaires et récentes. — Le bassin inférieur du Cambodge se distingue nettement du bassin moyen. Il est limité à l'est et à l'ouest par des chaînes à axes granitiques, et au nord par des collines qui le séparent du bassin du Sé-Moun, le plus important des affluents du Mé-Kong.

La plus grande partie du sous-sol de ce bassin inférieur est constituée par des terrains quaternaires d'origine thermale, dans lesquels on distingue des conglomérats argilo-ferrugineux, à galets quartzeux, et des dépôts de fer pisolithique à ciment argilo-sableux. Les couches superficielles sont formées d'alluvions marines et fluvio-lacustres.

Le conglomérat argilo-ferrugineux est désigné par les Annamites sous le nom de *Da-ong*, pierre d'abeilles, à cause de sa structure cellulaire; les colons de la Basse-Cochinchine l'appellent *pierre de Bien-Hoa*. Il est formé de fragments d'une roche argiloïde, dure, criblée de petites cavités renfermant des grains roulés, plus ou moins gros, de quartz blanc, quelquefois cristallin, paraissant provenir de roches granitoïdes; le tout est cimenté et plus ou moins pénétré par l'hydroxyde de fer. On observe, au milieu de cette roche, des cavités résultant du non-remplissage des interstices ou de la destruction des parties argileuses les moins solides; ces cavités sont tapissées de très-petits groupes de pseudomorphoses de pyrite en hydroxyde de fer.

Le fer pisolithique se rencontre fréquemment au Cambodge; il est désigné, dans la langue du pays, par le nom de *Thmâ bay kriem*, ce qui signifie : *pierre riz cuit brûlé*. Il est formé de pisolithes de

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. II, p. 406; 1874.

(2) *Lettre sur les roches jurassiques hors de l'Europe, Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIX, p. 98; 1861.

(3) *Op. cit.*, p. 131.

0m002 à 0m005 de diamètre, avec cavités remplies d'argile sableuse ou de grès argileux. Les pisolithes sont souvent constituées par une simple couche de fer empâtant de petits fragments d'une roche argiloïde, brunâtre, endurcie. La même roche se trouve à l'état de pisolithes libres, de grosseur variable, rappelant les mines du Berry.

La pierre de Bien-Hoa convient parfaitement aux fondations et aux constructions grossières. Les Khmers l'ont employée dans ces deux cas.

Il est probable qu'aux âges antéhistoriques ou à une époque relativement récente, le bassin inférieur du Cambodge était occupé par un vaste golfe dont l'ouverture était située entre le cap Saint-Jacques et les montagnes du Chaudoc, et qui devait communiquer avec le fond du golfe de Siam par les vallées des rivières de Battambang et de Ban-Pakong.

Plusieurs faits viennent à l'appui de cette manière de voir. Signalons tout d'abord l'exhaussement des côtes occidentale et orientale de l'Indo-Chine, que Mgr Pallegois, évêque d'Ajuthia, a constaté sur le cours du Mé-Nam, et qui peut être dû à la fois au dépôt des sédiments du fleuve et à un mouvement lent du sol (1).

Le voyageur français Mouhot dit avoir rencontré, à de grandes distances dans l'intérieur du royaume de Siam, des coraux et des coquilles marines appartenant à des espèces qui vivent actuellement dans le golfe de Siam. Il cite encore une éminence formée d'un bloc surplombant de plusieurs mètres au-dessus de la plaine dans sa partie méridionale, comme si son pied avait été usé par l'action séculaire des vagues.

M. Bocourt, voyageur du Muséum, a trouvé près de Bangkok, à une assez grande hauteur, des mollusques marins mélangés à des mollusques d'embouchure, notamment une Arche voisine de l'*Arca granosa;* ce fait prouverait un soulèvement de la plage.

Dans les environs de Hué (Annam), M. l'abbé Montrouzier a découvert, à une assez grande distance de la mer, des dépôts de coquilles marines que M. P. Fischer a reconnues pour appartenir à des espèces vivant actuellement dans les mers de Chine.

L'étude des dépôts fluvio-lacustres présenterait le plus grand intérêt.

On a trouvé à Kampong-Leng, vers l'embouchure du Stung-Chinit (2), des amas stratifiés de coquilles, alternant avec des dépôts terreux sur une épaisseur de quatre à cinq mètres. Ces dépôts renferment des ossements de Mammifères actuels et des débris de poteries.

(1) Pallegois, *Description du royaume de Thaï ou de Siam*, t. I, chap. IV; 1854.

(2) *Stung*, en cambodgien, signifie rivière à régime torrentiel.

Les Mollusques que M. P. Fischer a bien voulu déterminer appartiennent aux espèces suivantes :

Cyrena (Corbicella) Morletiana, c. c.,	*Paludina ciliata*, r.,
Paludina Morleti, c. c..	*Unio Ingallsiana*, a. r.,
— *Chalanguensis*, c.,	— *scobinata*, a. r. (1),

qui vivent encore actuellement dans les lacs et les rivières du Cambodge.

L'abondance de ces Mollusques est si grande que les bancs qu'ils forment sont exploités pour la fabrication de la chaux.

On a aussi trouvé dans les terrains récents de la Cochinchine, de l'Annam et du Cambodge, des instruments en pierre ; mais les objets de ce genre que j'ai eus entre les mains sont jusqu'à présent trop peu nombreux pour qu'il me soit possible de tirer une conclusion de leur présence dans les alluvions. Ils appartiennent à trois formes distinctes :

1° Instrument rectangulaire éclaté, en aphanite, de 0m18 de longueur sur 0m05 de largeur. Rapporté par M. l'abbé Montrouzier des environs de Hué (Annam). Collections du Muséum.

2° Instrument rectangulaire bien travaillé, de 0m05 sur 0m05, avec partie rétrécie paraissant destinée à l'emmanchement; roche feldspathique, rubanée, fusible, probablement une euritine. — Fragment semblant avoir appartenu à un instrument de même forme que le précédent ; en porphyre quartzifère.

3° Instrument poli, à tranchant courbe, de forme trapézoïdale, de 0m07 de longueur sur 0m05 de largeur environ ; en euritine. — Instrument à peu près de même forme que le précédent ; en ophite.

Dépôts quaternaires d'origine hydrothermale. — Revenons maintenant à la roche celluleuse connue vulgairement sous le nom de *Pierre de Bien-Hoa*.

Cette roche paraît s'être formée dans presque toute l'Asie méridionale avec des caractères identiques, comme j'ai pu le constater sur les échantillons du Muséum provenant de localités fort éloignées.

Leschenault l'a trouvée aux environs de Colombo (Ceylan). Elle a été rencontrée à Rangoun (Birmanie), ainsi que dans la péninsule malaise, où elle forme des collines à quelque distance de la mer (Chevalier). Dans la baie de Malacca, une drague a rapporté d'une profondeur de dix mètres une roche identique (Chevalier). M. l'abbé Montrouzier l'a trouvée aux environs de Hué (Annam), et elle forme sur une grande étendue le sous-sol du Bas-Tonking.

Phénomènes qui ont contribué à la formation de la vallée du Cam-

(1) Cette dernière espèce est voisine de l'*Unio pellis-lacerti*.

bodge. — Si on jette les yeux sur une carte de cette région, on voit que la direction moyenne du cours du fleuve est parallèle à la grande Chaîne de Cochinchine.

La première cause de cette grande vallée paraît être une faille qui présente cette direction ; de grandes érosions, qui remontent probablement à l'époque quaternaire, lui ont donné la forme actuelle, sauf les petites modifications qu'amène journellement le régime des eaux.

Ce qui tendrait à prouver que cette vallée est due à une faille préexistante, c'est que dans plusieurs endroits elle se rétrécit considérablement : le fleuve est alors fortement encaissé, les bords forment des falaises à pic, et les sondages donnent de grandes profondeurs.

Ces falaises sont constituées par les roches les plus résistantes. Ainsi, au-dessus de Stung-Treng, entre cette ville et Khémarat, un premier étranglement paraît formé par des roches ophitiques. De Bassac à Pak-Moun, la vallée présente un autre étranglement correspondant au grand massif éruptif qui s'étend à l'est jusqu'à Saravan et Attopeu.

« De Pak-Moun à Khémarat, le fleuve a offert à M. Delaporte l'aspect » d'un immense torrent desséché, laissant à nu de vastes bancs de » grès. Sur tout son parcours, un chenal irrégulier serpente au milieu » du lit rocheux ; sa largeur se réduit parfois à moins de 60 mètres et » sa profondeur en dépasse 100 dans quelques points où le courant est » faible.... A un mille et demi en amont de Pak-Moun, le lit du fleuve, » aux hautes eaux, se réduit à 200 mètres de largeur. Les deux rives » sont formées de rochers presque à pic. La baisse de l'eau, au mo- » ment du passage de M. Delaporte, avait atteint 14 mètres ; la vitesse » du courant atteignait encore un demi-mille à l'heure. Deux sondes » faites au milieu du fleuve n'ont pas donné le fond à 100 mètres (1). »

Appendice. — Je ne puis passer sous silence les mines de fer exploitées au Cambodge dans les montagnes appelées Phnom-Dek (montagne de fer) (province de Kompong-Soai) ; malheureusement je n'ai pu les visiter.

Ces montagnes, situées à l'est du Stung-Sen, paraissent s'aligner du nord au sud. Elles sont habitées par une tribu considérée comme sauvage, les Kouys, que les Cambodgiens appellent *Khmer dom (anciens Khmers)* et qui se livre à l'exploitation du minerai et à la fabrication du fer.

Le minerai est un fer hydroxydé, avec cavités cloisonnées renfermant, en très-petite quantité, de la pyrite jaune irisée. Des grains assez nombreux de fer oxydulé donnent à ce minerai des propriétés magnétiques.

(1) *Voyage d'exploration*, t. I.

La quantité de fer est d'environ 58 0/0; la silice est en proportion notable.

Le procédé employé est très-primitif; c'est l'enfance de la méthode catalane. Les forgerons Kouys fabriquent de forts et longs couteaux, des lames de haches, des lances, etc. Les produits marchands ou les loupes non forgées sont achetés par des Chinois qui les revendent sur le marché de Phnom-Penh. La production n'est pas très-forte : en 1873 la douane de Phnom-Penh a perçu des droits sur environ 6 000 kilogrammes de ces objets.

Mentionnons aussi les produits de la décomposition des roches feldspathiques, tels que le kaolin plus ou moins pur et l'argile grossière. Le principal gisement exploité au Cambodge se trouve aux environs de Kompong-Chenang, dans la province de Lovek, où l'on fabrique des poteries employées dans tout le royaume. D'autres gisements se rencontrent, paraît-il, sur les rives du fleuve, du côté de Kretchés et non loin des montagnes de Fer, dans la province de Kompong-Soai. Dans cette dernière localité ces terres grasses servent à la confection des fours pour le traitement du minerai.

Une roche très-intéressante m'a été remise par M. Moura, représentant du Protectorat; elle paraît être une variété de lithomarge; son aspect est celui de l'albâtre; on la taille assez facilement en petits objets d'ornementation. Elle provient des montagnes de la province de Pursat.

M. Delesse lit l'extrait suivant d'une lettre de M. **Gorceix** sur divers **minéraux** du **Brésil :**

Les euclases accompagnent les topazes ; ces minéraux sont enclavés dans des phyllades argileux, au milieu d'une argile blanche ou de quartz. Ouro-Preto n'est qu'à une lieue et demie des carrières, dont une seule, celle de Boa-Vista, est encore exploitée.

Les andalousites transparentes et les tourmalines vert-clair (fausses émeraudes du pays) se trouvent, paraît-il, au nord de la province, du côté de Minas-Novas et sur les bords du Rio-Doce.

Les tourmalines noires existent en abondance partout. Un filon de quartz grenu, bourré de gros cristaux de ces tourmalines, traverse la route d'Ouro-Preto à Sabara, sur les bords du Rio-das-Velhas, près du village du Rio-das-Pedras. Dans les mines d'or d'Antonio Pereira, les épontes des filons sont formées par ces mêmes tourmalines.

M. **Vélain** fait une communication sur les **roches volcaniques** d'**Aden** et de **Saint-Paul.**

A la suite de cette communication, M. Daubrée présente les observations suivantes :

Sur la **présence** *de la* **Tridymite** *dans les* **briques zéolithiques** *de* **Plombières,** *et du* **quartz** *dans les* **laves péridotiques** *d'***Oahu** *(archipel hawaïen),*

par M. **Daubrée.**

C'est avec beaucoup d'intérêt que j'ai entendu les observations que M. Vélain vient d'exposer, notamment en ce qui concerne la présence de la Tridymite dans les roches volcaniques d'Aden et de Saint-Paul.

Les briques du béton romain de Plombières, dans lesquelles il s'est formé des zéolithes cristallisées, renferment aussi la variété d'opale connue sous le nom d'Hyalite, ainsi que je l'ai signalé autrefois (1).

En examinant des échantillons de cette dernière substance, qui ont été préalablement traités par l'acide chlorhydrique bouillant, de manière à enlever les zéolithes qui peuvent s'y trouver, on y reconnaît de petites lames imbriquées, ayant tout à fait l'aspect de la Tridymite.

Une température de 73° est le maximum qui ait été constaté dans les substructions de Plombières.

Dans des conditions qui ne sont pas très-différentes, l'eau, en agissant également sur les silicates de manière à les décomposer, en isole l'acide silicique à l'état de quartz. C'est ainsi que le quartz à divers états, et même à l'état de cristaux, s'est isolé au milieu des trachytes et dans les meulières.

Des échantillons provenant de Kailua, à Oahu, l'une des îles Hawaï, que M. Green, ministre des Affaires étrangères du gouvernement Hawaïen, a bien voulu m'adresser récemment, offrent un exemple curieux de ce mode de formation. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que le quartz se rencontre ici au milieu de roches volcaniques essentiellement basiques et caractérisées par une grande abondance de péridot, telles qu'on en trouve dans beaucoup des archipels volcaniques de l'Océan Pacifique. Le quartz n'est pas disséminé dans ces roches, mais il s'y rencontre dans des fentes, des boursoufflures ou des cavités diverses, comme un produit secondaire.

L'un des échantillons consiste en quartz calcédoine, passant au quartz hyalin et cristallisé. D'autres sont formés de quartz en cristaux bipyramidés, d'une limpidité parfaite, appartenant à la variété dite cristal de roche ; il en est qui dépassent cinq centimètres de longueur. Ils ressemblent, à s'y méprendre, à ceux qu'on rencontre abondam-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série. t. XVI, p. 538 ; 1859.

ment dans les roches cristallines des Alpes, par exemple dans le massif du Saint-Gothard. Ce qui complète l'analogie, c'est la présence de l'épidote dans l'un des échantillons.

Ainsi que l'a fait remarquer M. Green, il y a lieu de les supposer produits par la décomposition des laves sous l'action de l'eau à une température élevée. Il paraît s'être produit alors une réaction tout à fait semblable à celle qui a formé artificiellement le quartz, par la décomposition du verre, dans l'eau suréchauffée (1). L'argile d'un rouge-brique, qui est associée à ces cristaux, représente sans doute un autre produit de la décomposition de la roche.

M. **Vélain** a reconnu qu'autour du cratère de l'île Saint-Paul il se dépose de la silice à l'état gélatineux. Il croit avoir constaté la présence du quartz hyalin dans des laves à pâte transparente vitreuse de La Réunion (éruption de 1874), laves tout à fait semblables à celles des îles Sandwich. Enfin il a observé, dans les éruptions anciennes de l'île Saint-Paul, tous les passages entre l'opale et la tridymite.

M. Pomel fait la communication suivante :

Les **grès** *dits* **nubiens** *sont de* **plusieurs âges,** par M. **Pomel.**

Les observations dont je viens entretenir la Société se rapportent à des régions peu connues et trop peu étudiées pour qu'on puisse prétendre à la certitude sur leur structure géologique ; et j'aurais certainement ajourné cette communication, si le numéro du *Bulletin* distribué dernièrement n'eût contenu sur la même question une note de M. Coquand qui ne pouvait rester sans réponse (2).

Après avoir rappelé que M. L. Lartet plaçait les grès rouges de la Palestine sur l'horizon du Gault, c'est-à-dire immédiatement au-dessous de la Craie cénomanienne, notre confrère signale une *Ostrea Verneuili,* Leym., rapportée par le regretté Delanoue d'une argile lignitifère que Figari-Bey avait atteinte par un forage de 94 mètres à travers des grès nubiens, à El Aoué, dans la vallée du Nil. Il en déduit que ces grès doivent être rajeunis et rangés dans le terrain garumnien. Cela n'est certes pas impossible, d'autant plus que le terrain nummulitique est très-largement développé dans la chaîne orientale de l'Égypte. Mais dans ce cas, ces grès ne peuvent pas être les mêmes

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XV, p. 97 ; 1857.
(2) *Bull.*, 3e sér., t. IV. p. 159.

que ceux que M. Lartet a observés sous la Craie cénomanienne, sans avoir pu y rencontrer de fossiles ; ceux-ci ne peuvent être rajeunis, en raison même de leur gisement, et dans diverses régions des pays barbaresques, où le Cénomanien est remarquablement semblable à celui de la Palestine, la présence d'un Gault gréseux très-puissant indique que l'opinion de M. L. Lartet n'est pas inadmissible, bien que dans ces mêmes régions on observe assez souvent aussi le Cénomanien en superposition immédiate sur un Néocomien gréseux, qui a plus de 300 mètres d'épaisseur, depuis les Bélemnites plates et l'*Echinospatangus cordiformis* jusqu'au *Toxaster oblongus*. Il faudrait quelques fossiles pour décider s'il n'en est pas ainsi en Palestine, en supposant que ce pays possède réellement des grès de l'époque crétacée.

Mais ce serait à des temps bien plus anciens qu'il faudrait reculer la date de formation des grès rouges de la Palestine, si, comme il est présumable du moins pour ceux de Pétra, ils sont tous synchroniques de ceux du Sinaï. D'après M. Ralph Tate (1), ces derniers seraient très-probablement carbonifères ; car il a reconnu l'*Orthis Michelini* dans un bloc d'un calcaire intercalé dans les grès et rapporté par MM. Wilson et Holland de l'Ouadi Nasb. Le *Lepidodendron Mosaïcum* provient des grès de la même contrée, et M. Holland a trouvé dans les grès de l'Ouadi Mokatteb une Sigillaire qui vient encore témoigner que nous sommes là en pleine période paléozoïque.

Ces grès du Sinaï paraissent véritablement être identiques avec les grès nubiens ; car c'est à Assouan, dans la Haute-Égypte, en vraie Nubie, qu'a été trouvé le *Dadoxylon Ægyptiacum*, type végétal des temps paléozoïques. Comme dans la presqu'île sinaïque, les grès sont ici compris entre les roches granitoïdes et les couches crétacées. Il ne serait peut-être pas impossible de poursuivre ces assises gréseuses jusqu'en Abyssinie, où, d'après le même auteur, on trouverait leur équivalent dans la formation d'Adigrat, qui repose sur des roches métamorphiques et qui est recouverte par des assises calcaires très-probablement jurassiques, celles-ci, à leur tour, se terminant par une puissante série de grès et de conglomérats, au sud d'Antalo. Les *Ceromya concentrica*, *C. similis* et *C. excentrica*, et les affinités de divers autres fossiles des genres *Pholadomya* et *Hemicidaris* signalés par M. Blanford, ne paraissent pas devoir laisser de doutes à ce dernier égard. Ainsi donc, s'il y a réellement dans la vallée du Nil un lieu où des grès rouges puissent représenter le terrain garumnien, ces grès ne peuvent pas être identifiés avec les véritables grès nubiens.

La partie du désert de Lybie qui avoisine l'Égypte est constituée par

(1) *On the Age of the Nubian Sandstone*, *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, t. XXVII, p. 404.

des terrains tout autres et plus récents que ceux dont il vient d'être question. Mais plus à l'ouest, le centre du Sahara présente un massif montagneux considérable, qui s'étend sur plus de 10 degrés de longueur, depuis le Tidikelt et l'Aoggar, jusqu'au Fezzan et même au-delà chez les Tebous. Tout le flanc septentrional est constitué par un puissant manteau, plus ou moins déchiré et étagé par plateaux inclinés, de grès noirâtres à la surface et plus ou moins bistrés dans les cassures fraîches. Il y a à la base quelques alternances d'argiles alumineuses, et en divers lieux des lits moins grossiers où l'on a pu reconnaître des empreintes de *Spirifer ostiolatus, S. Bouchardi, Chonetes crenulata, Terebratula longinqua, T. Daleidensis*, etc. Ces grès reposent sur des roches granitoïdes, qui prennent un immense développement vers le sud ; du côté du nord, ils servent de substratum à des couches crétacées dont les assises les plus inférieures sont cénomaniennes. Des fossiles ont été recueillis par M. Barth au nord de Mourzouk, sur le bord de la Hamada-el-Hamra, par Bou Derba au Tassili et par Duveyrier à Serdelès ; ils sont dévoniens et appartiennent par conséquent à un horizon plus ancien que ceux du Sinaï ; mais, comme Overweg a trouvé dans l'Amsak, qui n'est qu'un chaînon de ce massif entre Rhat et Mourzouk, une vraie Sigillaire, il y a lieu de croire qu'ici encore il y a de véritables grès nubiens associés aux grès dévoniens, dont les voyageurs ne les ont point distingués et qu'il n'est pas impossible que l'on retrouve en Nubie et au Sinaï, quand on connaîtra mieux ces régions. Il est donc naturel d'admettre que la mer paléozoïque s'étendait sans discontinuité de la Nubie au centre du Sahara, et que l'on trouvera un jour, dans les reliefs isolés qui s'éparpillent entre le Tébesti et la Nubie, des représentants des étages carbonifère et dévonien.

Cette mer s'étendait encore bien plus vers l'ouest ; car au pied de l'Atlas marocain, vers l'Oued Guir, des grès dévoniens renfermant des fossiles *(Rhodocrinus verus)* y servent de substratum aux calcaires à *Ostrea Overwegi* et *Heterodiadema Lybicum*, comme au nord du Fezzan. Serait-on en droit de conclure au synchronisme de ces couches gréseuses qui se montrent çà et là sous les sables dans tout le Sahara occidental jusqu'à l'Aderar, où elles sont puissantes, plus ou moins ferrugineuses, et constituent des collines dont le substratum est granitoïde ? Il serait très-hasardé de faire une hypothèse pareille ; car nous allons voir que ces grès de l'Aderar, par exemple, paraissent se rattacher à une autre formation de grès très-puissants, plus ou moins ferrugineux, que l'on peut suivre du Sénégal jusqu'aux bouches du Niger, avec des caractères identiques, et qui cependant ne peuvent être associés aux grès nubiens, puisqu'ils appartiennent à la période jurassique.

Toute la chaîne de la Guinée occidentale, depuis le nœud volcanique du Fouta jusqu'au confluent du Bénoué avec le Niger, est principalement formée de roches cristallines ou schistoïdes (granite, gneiss, micaschiste). Les grès dont nous venons de parler leur sont immédiatement superposés et commencent par des alternances de marnes ferrugineuses, dans lesquelles ont été recueillis des fossiles que M. Leach comparait à ceux de Lyme-Regis, mais que Deshayes et d'Orbigny ont jugé être plutôt oxfordiens. Ces grès sont étagés en plateaux inclinés dans l'Yarriba et s'étendent probablement au-delà du Niger à la hauteur d'Iddah et d'Adda-Kudda. Vers l'ouest, la formation gréseuse forme une bande plus étroite, souvent percée de roches éruptives ou même d'îlots de granite, et plus ou moins recouverte, sur le littoral, par des dépôts marins quaternaires, au milieu desquels sont les lagunes et les marigots jusqu'au Sénégal. Ces grès prennent de nouveau un développement considérable en surface dans le bassin du Haut-Sénégal et de son principal affluent, la Falémé, où se trouvent les fameux gisements aurifères de Kéniéba. Il y a tout lieu de croire qu'ils se prolongent dans la région à ravines escarpées en gradins, que Mongo-Park a si péniblement traversée pour se rendre de Médine à Sassanding, sur le Niger. Ils passent certainement sur la rive droite du Sénégal, au nord de Bakel, dans le Taganet, et il devient, par suite, très-probable que ceux de l'Aderar, à l'est d'Arguin, appartiennent à la même formation. Dans cette hypothèse, la mer paléozoïque n'aurait pas atteint les parages occidentaux du Sahara.

Les localités où ont été trouvés les fossiles jurassiques sont assez nombreuses et très-distantes les unes des autres, de sorte qu'elles démontrent une grande uniformité dans cette demi-ceinture de dépôts secondaires. Ces localités sont : Gabon, West-Bay, Fernando-Po, Accra, Sierra-Leone et le Sénégal.

Du Cap-Vert on a rapporté aussi quelques fossiles que d'Orbigny a attribués au Gault avec beaucoup de probabilité ; mais il ne paraît pas que ce terrain s'étende beaucoup, et il n'a point été constaté sur d'autre point de cette longue côte de la Guinée occidentale.

Il y a une certaine analogie entre la formation jurassique de la Guinée et celle qui se développe sur une vaste surface dans l'Algérie occidentale. Ici, en effet, abstraction faite d'un substratum également jurassique, mais plus ancien, nous avons des marnes oxfordiennes fossilifères, terminées ou non par des dolomies et surmontées d'une puissante formation (300 mètres) de grès presque homogènes, mais renfermant accidentellement quelques intercalations calcaires dans lesquelles se retrouve une grande partie de la faune du vrai Coral-rag. Seulement en Algérie il y a encore, au-dessus de ce Corallien gréseux, 2 à 300 mè-

tres de calcaires ou de dolomies, qui terminent les assises séquaniennes sans arriver au Kimméridgien. J'ai eu l'heureuse chance de promener un jour notre confrère M. Vélain à travers une belle coupe de cette série oxfordo-corallienne ; il peut témoigner du cachet singulier qu'y présente cette importante série de strates.

Donc, de la Sénégambie au Camérones, les grès plus ou moins rouges et ferrugineux, qui paraissent avoir des relations avec les sables aurifères de ces contrées, sont jurassiques et très-probablement coralliens, comme leurs analogues de Barbarie et comme ceux de l'Abyssinie du groupe de Misheh, au sud d'Antalo. Ni les uns ni les autres ne sont des grès nubiens, ni des grès garumniens. Nous arrivons ainsi à la démonstration d'une grande diversité d'âge pour les grands dépôts gréseux, isolés ou transgressifs, dont les géologues ont signalé l'existence dans l'Afrique septentrionale : ceux du Sahara central sont dévoniens en majeure partie ; ceux du Sinaï et de la Nubie sont carbonifères (ce sont les vrais grès nubiens) et se poursuivent jusqu'en Abyssinie ; ceux de la Guinée occidentale sont jurassiques et très-probablement coralliens ; il y en a de la même époque en Abyssinie, et l'Atlas en renferme de très-puissants, dont l'âge est très-nettement caractérisé ; il peut encore y en avoir de l'époque crétacée inférieure en Palestine, comme il y en a dans la Barbarie occidentale, soit sur l'horizon du Néocomien, soit sur celui du Gault. S'il en existe de garumniens, comme le dit M. Coquand, ce doit être sur des surfaces assez limitées.

On pourrait encore ajouter que dans l'Atlas il y a bien d'autres formations gréseuses considérables, plus ou moins dépourvues de fossiles, et qu'il faudrait se garder de confondre avec les grès nubiens. Il y en a sur l'horizon du terrain turonien dans la province d'Alger, sur celui du Flysch et du Macigno étrurien dans la Numidie et la Tunisie ; il y en a encore sur ceux du Cartennien (Bormidien ?) et de l'Helvétien dans les Mauritanies. Mais ici l'incertitude n'existe plus et les dates sont parfaitement définies par la continuité de la série géologique.

M. **Vélain** a observé en Tunisie et dans l'île de la Galite des couches rouges, quartzeuses, sans fossiles, qui représentent les grès de La Calle. Elles sont traversées, dans l'île de la Galite, par des filons de trachyte quartzifère à sanidine, remplis d'inclusions liquides renfermant soit de l'eau chargée de chlorure de sodium, soit des gouttelettes d'acide carbonique liquide.

M. **Pomel** répond qu'à l'ouest de l'île Tabarque, aux environs de La Calle, et fort loin vers le sud et même vers l'ouest, les grès de l'âge du Flysch ont une grande puissance ; ils recouvrent, en stratification discordante, le vrai

Nummulitique En général, dans un pays faillé comme l'est l'Algérie, on peut, lorsque l'on chemine sur des plateaux continus, passer sans s'en douter d'une formation à une autre, tellement les caractères lithologiques sont parfois identiques entre des couches que des dénivellations ont placées bout à bout. On ne reconnaît son erreur que lorsque des fractures ouvertes viennent décéler les nuances plus ou moins légères qui différencient les couches.

M. Daubrée fait la communication suivante :

Expériences sur la **schistosité** *des* **roches** *et sur les* **déformations** *de* **fossiles** *corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques qu'on peut en déduire,*

par M. **Daubrée.**

Pl. XIX.

Des roches minéralogiquement très-diverses, et fort différentes aussi par leur mode de formation originelle, se présentent avec la texture désignée sous le nom de *schisteuse* (1). Cette texture, bien connue dans les ardoises, affecte beaucoup de roches stratifiées fossilifères, particulièrement les plus anciennes. Elle est aussi très-développée dans le gneiss et dans la plus grande partie des masses cristallines qui servent de fondement à la série des terrains sédimentaires. Enfin certaines masses évidemment éruptives en offrent des exemples. Le développement considérable des masses schisteuses dans l'écorce terrestre n'est pas moins digne d'attention que leur diversité. Il importe donc de rechercher les causes qui ont déterminé cette disposition dans les particules des roches.

La *schistosité* ou *fissilité* a été souvent désignée sous le nom de *clivage*, particulièrement dans les roches stratifiées. Au clivage se rattache, dans les roches cristallisées, un caractère analogue, que l'on a cru devoir désigner sous un nom particulier, celui de *foliation* ou de *lamination*. Les gneiss et les leptynites en offrent les exemples les plus connus.

Avant de présenter les résultats d'expériences qui ont eu pour but d'éclairer et de préciser les conditions dans lesquelles cette texture a pris naissance, il convient de rappeler succinctement les faits caractéristiques auxquels l'observation a conduit sur ce sujet, faits qui ont servi d'objectif aux expériences.

(1) Déjà Vallerius, dans sa classification, avait fait le groupe des *fissilia;* de Saussure employait le nom expressif de *roches feuilletées.*

I. FAITS ACQUIS PAR L'OBSERVATION RELATIVEMENT A LA SCHISTOSITÉ.

Clivage dans les roches stratifiées. — Le nom de clivage, qui est emprunté à la cristallographie, représente, en effet, dans les roches un caractère assez analogue à celui que possèdent les cristaux. On sait qu'un rhomboèdre de spath d'Islande, parfaitement transparent, n'ayant aucune fissure perceptible à l'œil, se brise très-facilement suivant une série de plans parallèles à ses faces. Cette propriété remarquable est en rapport, comme le démontrent les caractères optiques, avec la différence que présentent les groupements moléculaires, suivant la direction que l'on considère. De même, le bloc de roche dont on doit extraire des ardoises, ne possède pas, en général, de fissures préexistantes, comme celles qui séparent les couches des terrains stratifiés ou des prismes de basalte contigus; on peut facilement le constater sur des échantillons polis; mais, soumis à un choc, ces échantillons se brisent en feuillets minces, suivant une certaine direction, à laquelle correspond un *minimum de cohésion*. Ainsi, comme les plans de clivage des cristaux, les plans de clivage des roches ne sont pas toujours, dès l'abord, apparents et sensibles; ils sont souvent latents ou virtuels.

Toutefois, cette ressemblance du clivage dans les roches et dans les minéraux n'empêche pas d'établir une distinction importante. Tandis que dans un cristal le clivage est invariablement en rapport géométrique avec les faces, le clivage des roches se poursuit, tantôt en traversant des associations d'innombrables cristaux, visibles ou microscopiques, tantôt des masses d'apparence amorphe.

Il est aussi à remarquer qu'à côté du clivage le mieux caractérisé, il en existe quelquefois un second moins facile. Ce dernier a été constaté par les ouvriers qui exploitent l'ardoise, notamment dans le département des Ardennes, où il a reçu le nom de *longrain*. Ce second clivage est généralement placé perpendiculairement au clivage principal; il s'écarte peu de la ligne de plus grande pente (l'écart observé à Fumay est ordinairement de 6° 20′).

Des observations faites dans des contrées très-diverses ont démontré ce fait important, que les plans de clivage sont bien distincts des plans de stratification qui divisent les mêmes massifs de roches; en effet, au lieu de leur être parallèles, ils leur sont fréquemment obliques. Ce qui est encore plus concluant, c'est que dans les cas nombreux où les couches ont été ployées et présentent des inclinaisons variées, les plans de clivage se poursuivent, avec régularité, au milieu des inflexions les plus prononcées des couches auxquelles ils appartiennent, en restant toujours parallèles entre eux. C'est par exemple ce que l'on

observe dans les ardoisières de Fumay (Ardennes), où la stratification est accusée par des alternances réitérées de quartzites verdâtres avec le schiste ardoisier violet (1).

Cette indépendance montre, en outre, que les plans de clivage se sont produits, non-seulement après que les couches où ils se manifestent s'étaient déposées, mais encore lorsque ces couches avaient déjà perdu leur horizontalité première, sous de puissantes étreintes.

Toutefois, dans bien des cas, les plans de clivage se sont produits parallèlement à la stratification (2). Cette concordance fréquente ne prouve aucunement contre la différence d'origine qui vient d'être signalée entre l'un et l'autre mode de division.

Enfin on peut remarquer que, même dans les régions schisteuses, les phyllades ne possèdent qu'exceptionnellement une fissilité assez grande pour pouvoir être débités en ardoises. Ainsi, aux environs de Fumay, de Deville, de Rimogne, les zones susceptibles d'être exploitées comme telles n'ont que des dimensions très-limitées.

Quand le feuilleté passe d'une roche dans une roche d'espèce différente, il persiste souvent dans sa situation, mais en présentant une différence d'intensité, et quelquefois en subissant, sur la limite, des inflexions dont de la Bèche a montré divers exemples (3).

Étirements, déformations (distorsions) manifestés par les fossiles. — Les déformations considérables et variées que présentent les Trilobites, les Brachiopodes et en général les fossiles renfermés dans les roches schisteuses, sont bien connues (4). Depuis qu'il a été constaté que ces déformations ou distorsions sont en rapport avec la cause de la fissilité, elles peuvent guider dans la recherche des forces auxquelles les roches elles-mêmes ont été soumises.

(1) Sauvage et Buvignier, *Statistique minéralogique et géologique du dép. des Ardennes*, p. 125.

Ce fait, qui avait déjà été signalé autrefois par divers observateurs, Voigt, Von Hof, Schmidt, Bakewell, Parrot (1826), a été bien démontré par Sedgwick dans le Pays de Galles, pour un district de 45 kilomètres de longueur sur 12 à 15 kilomètres de largeur, où les couches sont très-ployées (*Remarks on the Structure of large Mineral Masses, and especially on the Chemical Changes produced in the Aggregation of Stratified Rocks during different Periods after their Deposition Transactions of the geological Society of London*, 2e sér., t. III, p. 461; 1835).

(2) Ce parallélisme habituel a été remarqué au Harz, en Saxe, en Bretagne, en Écosse, en Devonshire et dans le système du Rhin, par Hausmann, Naumann, Durocher, Macculoch, de la Bèche, Baur et de Dechen.

(3) *The Geological Observer*, p. 706; *Report on the Geology of Cornwall*, p. 275.

(4) A la suite des études classiques de Sharpe sur ce sujet, je me fais un plaisir de mentionner ici les ingénieuses mesures de M. Dufet (*Annales de l'École normale supérieure*; 1875).

Observées particulièrement dans les roches siluriennes (1) et dévoniennes (2), ces déformations de fossiles se rencontrent également dans les roches moins anciennes qui sont devenues schisteuses : ainsi elles sont fréquentes dans les couches jurassiques des Alpes (3); comme exemples appartenant au terrain crétacé, je citerai des Ammonites des Corbières et notamment de l'étang de Leucate (4).

Un second type, non moins fréquent que les changements de courbure, est présenté par les Bélemnites de diverses localités des Alpes, qui ont été tronçonnées et dont les segments se sont plus ou moins écartés. Ces faits ont été remarqués depuis longtemps, dans quelques parties du massif du Mont-Blanc, particulièrement au Mont-Joli, au Mont-Lachat et dans la chaîne des Aiguilles-Rouges, dans le Mayenthal, près Wasen (Uri) (5), ainsi que dans les Alpes bernoises, au Faith de Sailles, dans les dolomies oxfordiennes (6). Une Bélemnite qui originairement avait 5 à 7 centimètres de longueur, atteint jusqu'à 30 centimètres ; les tronçons sont ordinairement disposés suivant une ligne droite. Des Bélemnites étirées de la même manière se rencontrent aussi dans les schistes argilo-calcaires exploités pour ardoises dans l'Oisans, le Valbonnais, le Valgaudemar et autres localités des Alpes françaises (7).

Toutes ces déformations, tous ces brisements, ont amené à cette induction, que la schistosité a été engendrée par des pressions mécaniques, aussi bien que les déformations et écartements auxquels elle se rattache (8).

Foliation ou lamination dans les roches cristallines. — Un caractère analogue, qui dans les roches cristallines a reçu le nom de foliation ou de lamination, est déterminé par la disposition parallèle qu'y affectent les faces homologues des minéraux cristallisés constitutifs. Le

(1) On connaît les *Calymene* des ardoises siluriennes d'Angers, qui sont si déformées et d'une manière si variée ; au contraire, comme l'a observé M. Dufet, des Crustacés du même genre *(Calymene Tristani* et *C. Arago)* ont conservé leurs formes à La Hunaudière (Loire-Inférieure), lorsqu'ils étaient empâtés dans des rognons durs qui les ont préservés du laminage.

(2) Ardoisières dévoniennes de Tintagel (Devonshire).

(3) Lory, *Descr. géol. du Dauphiné*, p. 106.

(4) Collection de M. Adrien Paillette déposée au Muséum : n°s 74 et 79.

(5) M. Pierre Mérian en a donné une très-bonne description *(Bericht über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, t. VII, p. 55; 1845); — Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 374. — Voir aussi : Alph. Favre, *Recherches géologiques sur les parties de la Savoie.... voisines du Mont-Blanc*, t. III, p. 165.

(6) D'après M. Renevier.

(7) D'après M. Lory.

(8) Daniel Sharpe a bien démontré ce fait.

parallélisme est particulièrement frappant pour le mica, la chlorite, le talc et les autres minéraux en lamelles; mais il se manifeste aussi pour des minéraux tabulaires, comme l'orthose et l'oligoclase. Les substances métalliques, comme l'oligiste, y prennent également part, notamment dans l'itabirite.

Parmi les observations dont la foliation a été l'objet, il faut particulièrement signaler celles de Poulett Scrope et de Daniel Sharpe (1).

Nous réunirons ici les deux termes de clivage et de foliation sous le nom unique de *schistosité*.

Diversité et abondance des roches feuilletées. — En passant en revue les principales roches où l'on observe la schistosité, on reconnaît combien ces roches sont minéralogiquement variées.

Parmi les roches stratifiées, les schistes argileux ou phyllades, et les nombreuses variétés qui s'y rattachent (schistes à séricite, etc.), sont celles où la structure feuilletée est particulièrement caractérisée. Cette structure, très-fréquente dans les roches fossilifères les plus anciennes, siluriennes et dévoniennes, persiste parfois dans des terrains beaucoup plus récents, lorsque ces terrains ont été soumis à des dislocations. En maintes localités des Alpes, des ardoises sont exploitées dans des roches jurassiques, crétacées et tertiaires éocènes.

Ces mêmes terrains à phyllades renferment parfois des calcaires où la texture schisteuse est très-marquée, surtout lorsque ces calcaires sont impurs. Des calcaires phylladifères (calschistes) et arénifères, très-développés dans la Maurienne et la Tarentaise et attribués au terrain triasique, en offrent des exemples. Le terrain jurassique des Pyrénées en présente aussi (2). Des calcaires feuilletés, tels que les cipolins, sont fréquents dans les terrains cristallisés.

C'est dans des conditions semblables de gisement que se trouvent des quartzites schisteux; leur feuilleté correspond à la présence, tantôt du mica, tantôt du talc, tantôt de la chlorite (itacolumite), tantôt de l'oligiste (itabirite). D'autres minéraux, tels que le disthène et le graphite, peuvent être également interposés entre les feuillets (3).

On sait combien la schistosité est remarquable dans le gneiss, qui

(1) Poulett Scrope a supposé, depuis longtemps, que la foliation, comme le clivage, des schistes à grain fin, est due au glissement de leurs parties cristallines ou semi-cristallines, lorsqu'elles étaient à l'état visqueux (*Considerations on Volcanos*; 1825).

(2) Leymerie, *Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne*, p. 51.

(3) Exemples: quartzites subordonnés au gneiss aux environs de Freyberg (collection du Muséum, nos 71, 68, 69), aux phyllades de la Belgique (d'après Dumont); quartzites feuilletés de la Norwége (Durocher, *Études sur la structure orographique et la constitution géologique de la Norwége, de la Suède et de la Finlande*, p. 63).

occupe une si large place, avec le granite, dans l'assise cristallisée. Cette roche est susceptible de se débiter en dalles très-minces, comme la variété très-micacée des environs de Chiavenna, qui sert à couvrir les habitations (1). Les micaschistes, talcschistes et chloritoschistes sont bien connus pour leur structure essentiellement feuilletée.

Dans la roche granitoïde à laquelle on a donné le nom de leptynite, la structure schisteuse est d'autant plus digne d'attention que le mica y est ordinairement peu abondant. Le quartz y forme d'innombrables feuillets parallèles, parfois très-minces, qui traversent la masse feldspathique cristalline, et de nombreux cristaux de grenat sont souvent disposés parallèlement à ces plaques (2).

Des transitions insensibles unissent, dans beaucoup de lieux, le granite au gneiss et au leptynite, c'est-à-dire que le granite devient graduellement feuilleté. Il n'est, pour ainsi dire, pas de contrée granitique qui n'offre des exemples de tels passages. Lors même que rien dans l'aspect du granite n'accuse cette structure, les ouvriers qui ont à le tailler savent y reconnaître certaines directions suivant lesquelles la roche se fend plus facilement que dans d'autres : ils y distinguent *un grain* ou *un fil*, dont ils tirent parti dans leur travail.

La protogine offre aussi la liaison la plus intime avec les roches feuilletées, ainsi que le signalent toutes les descriptions du massif du Mont-Blanc données depuis de Saussure.

Dans les syénites les cristaux de feldspath sont souvent disposés parallèlement les uns aux autres, par leurs faces homologues, comme dans les Ballons des Vosges et surtout aux environs de Dresde et de Meissen en Saxe (3).

De même, la roche à néphéline ou miascite de l'Ilmen devient graduellement schistoïde.

Comme le mica, l'amphibole, par sa forme en prismes allongés, a coopéré efficacement à donner une structure schistoïde aux roches dont ce minéral fait partie constituante, particulièrement aux amphibolites et aux diorites (4).

La structure schisteuse est souvent très-prononcée dans les roches éruptives, où la stratification proprement dite n'a pas eu de part, bien que d'ailleurs les minéraux en paillettes, comme le mica, si propres à

(1) Échantillon 10. X. 37 de la collection du Muséum.

(2) Exemple, le leptynite de Penitz près Dresde.

(3) Dans les grandes carrières exploitées près Plauen, à 50 kilomètres de Dresde, cet alignement est très-net.

(4) Comme exemples pris dans la collection du Muséum, on peut citer les amphibolites schistoïdes de Labassère (Hautes-Pyrénées), du Saint-Gothard, des environs de Hammerfest, de Ceylan, et le diorite schistoïde de la vallée de Héas (Pyrénées)

produire cette structure, y fassent ordinairement défaut; on peut dire qu'elle peut se rencontrer dans toutes les espèces de roches éruptives.

En beaucoup de localités le porphyre feldspathique montre, d'une manière frappante, la structure dont il s'agit. La disposition veinée ne résulte pas seulement des différences de coloration; le quartz s'y est souvent séparé, de même que dans le leptynite, sous la forme de feuilles parallèles, de manière à mériter à ce porphyre le nom allemand de *Papierporphyr*, qui lui a été donné autrefois. Cette propriété a été parfaitement décrite dans le porphyre de Dobritz, près Meissen, en Saxe (1), où le quartz est non-seulement en gros grains isolés, mais aussi en forme de lames, avec des sphérulites. On peut aussi citer celui d'Asbach et d'autres localités du Thüringerwald (2), et la contrée de la Lenne, où, d'après M. de Dechen, il y a parfois un passage complet du porphyre au phyllade (3). Les eurites connues en Suède sous le nom de *Haelleflinta*, si souvent rubannées, appartiennent à la même catégorie.

Dans le mélaphyre, comme de Buch l'a reconnu pour celui du Tyrol, les cristaux d'oligoclase sont souvent à peu près alignés (4). Je ne ferai que mentionner, au même point de vue, la diabase, le gabbro, l'éclogite, l'hypersthénite, la serpentine (5), l'anamésite et la minette (par exemple, celle des Vosges) (6).

La texture feuilletée a été depuis longtemps observée dans les divers types de roches trachytiques, qui sont souvent devenus schistoïdes, rubannés ou tégulaires, par le parallélisme des tables de sanidine. Aux environs du Puy-en-Velay, le trachyte se divise en tables et en dalles que l'on y exploite (7). Parmi les exemples que l'on pourrait citer, je me bornerai à rappeler ceux des Iles Ponces, sur lesquels Poulett Scrope a depuis longtemps appelé l'attention (8), et celui du Drachenfels près de Bonn (9).

(1) Naumann, *Lehrbuch der Geognosie*, t. I, p. 617.

(2) Credner, *Thüringerwald*, p. 63.

(3) *Geognostich Uebersicht des Bergam*, p. 75.

(4) Von Richthofen, *Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr*, p. 35.

(5) La serpentine et l'euphotide dans les Grisons, d'après M. Studer.

(6) Delesse, *Mémoire sur les Roches des Vosges : Minette (Annales des Mines*, 5e sér., t. X, p. 517), p. 541; 1856; — Daubrée, *Descr. géol. et min. du dép. du Bas-Rhin*, p. 35.

(7) Bertrand-Roux, *Description géognostique des environs du Puy-en-Velay*, p. 114-119.

(8) *Trans. Geol. Soc.*, 2e sér., t. II, p. 195.

(9) Vom Rath, *Das Siebengebirge*. Les cristaux sont brisés, ce qui prouve qu'ils étaient formés quand la roche elle-même jouissait encore d'une certaine plasticité.

On sait d'ailleurs que les roches trachytiques produites actuellement par les volcans, sous forme de coulées de laves, prennent également la structure schisteuse. A Santorin, d'après M. Fouqué, qui a fait une étude approfondie de cette île remarquable, il est des laves qui peuvent servir comme dalles, à la manière des micaschistes. Des laves feuilletées, doléritiques et feldspathiques, ont été recueillies par M. Vélain aux îles Saint-Paul et Amsterdam, et par M. Filhol à l'île Campbell, ainsi qu'il ressort des collections déposées au Muséum par ces jeunes savants. Comme on l'a remarqué depuis longtemps, les cavités vides ou remplies qui se rencontrent dans ces roches, sont alignées parallèlement aux feuillets.

Je rappellerai enfin que la structure schistoïde est souvent caractérisée dans le phonolithe (Haute-Loire, Puy-de-Dôme, Islande).

Lors même que le type de texture qui nous occupe n'est pas reconnaissable à l'œil nu, il est très-souvent discernable au microscope. La texture fluidale, dont le rhyolithe et d'autres variétés de trachyte offrent le type, se montre dans beaucoup de roches cristallines anciennes, ainsi que l'ont fait voir les études de M. Michel-Lévy relatives à ces dernières (1).

D'un autre côté, l'étendue des masses feuilletées dans l'écorce terrestre n'est pas moins digne d'attention, que la diversité des roches dans lesquelles se présente ce caractère. Toutes les parties du Globe offrent des exemples de leur grand développement. On peut citer, à ce titre, la France centrale, l'Écosse, la Moravie, la Suède, la Norwége, la Finlande, la partie septentrionale des États-Unis, le Canada, une portion considérable de l'Amérique du Sud, notamment le Brésil, certaines parties de la Nouvelle-Zélande, de l'Australie, etc. Partout les roches granitoïdes du groupe du gneiss paraissent former le soubassement des terrains stratifiés : ce que l'on voit de ces roches n'en représente donc qu'une faible partie.

C'est surtout quand on pénètre dans l'intérieur des chaînes de montagnes, où des épaisseurs considérables de roches sont souvent mises à nu par des déchirures et des escarpements naturels, qu'on est témoin de l'importance des roches schisteuses cristallines. Tel est le cas pour les nombreux massifs centraux des Alpes, dans l'Oisans, le Piémont, le Salzbourg, etc. Il en est de même des Alpes Scandinaves, de l'Oural et de bien d'autres chaînes appartenant à toutes les parties du Globe.

En résumé, si l'on remarque combien les roches feuilletées abon-

(1) En examinant au microscope la texture des briques zéolithiques de Plombières, on y reconnaît une structure tout à fait analogue à celle des roches fluidales ; la consistance plastique qui a donné naissance à cette texture peut donc être due à des circonstances diverses.

dent de toutes parts dans les terrains paléozoïques et surtout dans les roches cristallines, on peut dire que, dans la partie de l'écorce terrestre accessible à nos investigations, la texture schisteuse occupe un développement comparable à celui de la stratification, et qu'elle en forme un trait non moins remarquable.

Autres caractères en rapport avec la schistosité. — Les agents qui ont produit le feuilleté ont aussi donné naissance à d'autres caractères.

Tel est le *parallélisme linéaire* que l'on constate très-fréquemment dans les gneiss, micaschistes, schistes amphiboliques, quartzites, itabirites, itacolumites, roches à graphite, etc. (1). Le parallélisme linéaire très-prononcé que présentent de grandes plaques de gneiss, de la collection spécifique du Muséum, offre une ressemblance frappante avec quelques-uns des produits d'expérience dont il va être question.

Dans des roches qui n'avaient pas les conditions de plasticité convenables pour acquérir la structure feuilletée, les pressions internes ont laissé parfois une empreinte de nature différente, mais non moins significative. On peut en observer des exemples dans les Alpes, sur les calcaires phylladifères de la vallée de Tignes en Tarentaise. Beaucoup de calcaires entrelacés de veines argileuses, tels que certains marbres de Campan et des marbres griottes, présentent aussi des indices évidents du même mode d'action.

Je rappellerai également, comme autres indices d'étirement, ceux que j'ai observés dans les phyllades et les quartzites de la montagne du Roule, près Cherbourg (2), et qui consistent dans l'aplatissement des nodules de quartz et de pegmatite dans le sens des feuillets, et dans un étirement linéaire de beaucoup de géodes contenant du quartz, du feldspath et de la chlorite, qui ont pris des formes tubulées, de manière à rappeler les cellules étroites et parallèles de certains Polypiers.

Les roches sont parfois non-seulement feuilletées, mais aussi finement *plissées* et *fibreuses* (3). A côté du calcaire de Klam, en Tyrol, qui a été bien souvent cité comme tel, je me bornerai à mentionner un phyllade subluisant, à pâte très-fine, à feuillets constamment ridés, provenant de la vallée de Tignes en Tarentaise (4). Les calschistes du terrain jurassique des Pyrénées sont souvent comme filandreux (5). En Écosse

(1) Je ne puis que renvoyer aux excellentes observations que Naumann a faites sur ce sujet.

(2) *Observations sur la nature des actions métamorphiques qu'ont subies les roches des environs de Cherbourg. Mémoires de la Société I. des Sciences naturelles de Cherbourg*, t. VIII.

(3) Le mot *Gefältelte* a été employé pour désigner cette texture ou *fibrosité*, dont le talc luminaire présente des exemples en Tyrol, au Zillerthal et aux États-Unis.

(4) Recueilli par M. Cordier et déposé au Muséum.

(5) D'après M. Leymerie.

le calcaire, comme le phyllade, est quelquefois fibreux comme du bois (1).

II. EXPÉRIENCES FAITES POUR EXPLIQUER LA SCHISTOSITÉ ET LES CARACTÈRES QUI S'Y RATTACHENT.

Depuis qu'il a été constaté que la schistosité est indépendante de la stratification, la cause d'une disposition géométrique aussi remarquable et aussi générale, a été l'objet de diverses hypothèses. On l'a attribuée tantôt à des actions cristallines, tantôt à des effets électriques. La seconde de ces suppositions s'appuyait surtout sur ce résultat, annoncé par Robert Fox (2), que l'argile humide, en présence de courants électriques, peut devenir schisteuse. Le magnétisme terrestre, la chaleur interne, un commencement de cristallisation, ont aussi été invoqués comme causes de cette texture (3). Ces origines, qu'on pourrait qualifier d'occultes, ont cependant été admises par des savants aussi éminents que de la Bèche (4), Hopkins (5) et Scheerer (6).

Pendant que ces hypothèses se discutaient, un autre caractère, non moins essentiel, était mis en évidence par des observations exactes et nombreuses : c'est que la production du clivage, dans les terrains stratifiés, se montre en rapport, d'une part avec les actions qui ont déformé les fossiles dans les mêmes couches, d'autre part avec les axes de redressement et les grandes lignes de dislocation (7). Selon toute probabilité, ce phénomène devait donc être attribué à des actions mécaniques.

C'est cette idée, qui paraît aujourd'hui très-simple, que M. Sorby a soumise au contrôle de l'expérimentation (8). Ce savant, auquel on

(1) Macculloch, *Geological classification of Rocks*, p. 125.

(2) *Report of the Cornwall Polytechnic Society*, 1837. M. Robert Hunt a poursuivi ces recherches (*Memoirs of the Geological Survey of Great Britain*, t. I, p. 433; 1846).

(3) Sedgwick, John Herschel, Lyell (*Elements of Geology*), Darwin (*Geological observations on South America*, p. 168). — Boué pense que la chaleur, cause de ce changement de texture, a été apportée par les roches éruptives.— Quenstedt, *Epochen der Natur*, p. 192.

(4) *Report on the Geology of Cornwall*, p. 281 ; de la Bèche pensait que les forces polaires sont en relation avec le magnétisme terrestre.

(5) *On the Connexion of Geology and Terrestrial Magnetism* ; 1851.

(6) *Archiv für Mineralogie*. par Karsten, t. XVI, p. 109 ; 1842.

(7) Notamment par M. Baur et par M. D. Sharpe.

(8) *The Edinburgh new Philosophical Journal*, t. LV, p. 437; 1853; *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine*, t. XI, p. 20, et t. XII, p. 27; 1856.

était déjà redevable d'autres recherches ingénieuses, avait préalablement reconnu, en examinant au microscope la disposition de leurs éléments, que les roches feuilletées ont éprouvé une compression. Puis, en mélangeant de l'oligiste en paillettes à de l'argile blanche, et en soumettant le mélange à la compression, il obtint une masse clairement feuilletée.

M. John Tyndall alla plus loin (1) : il produisit une structure feuilletée tout à fait semblable à celle de l'ardoise, dans certaines substances plastiques, comme la terre de pipe et la cire d'abeilles, en les comprimant et en les soumettant à une espèce de laminage.

Des expériences que j'ai faites vers la même époque (2), par d'autres procédés, m'ont conduit à la même conclusion. Utilisant des presses à balanciers mues par la vapeur, et d'autres moyens énergiques de compression, je reconnus que pour produire dans l'argile une texture feuilletée, il faut : 1° que la substance puisse éprouver des glissements et s'étendre par un commencement de laminage; 2° que la masse comprimée soit douée d'un degré particulier de plasticité : trop sèche, elle se brise; trop molle, elle se lamine, sans que les feuillets puissent s'isoler.

D'un autre côté, le même sujet était abordé théoriquement par des considérations empruntées à la physique mathématique et à la théorie de l'élasticité, notamment par MM. Hopkins (3), Laugel (4) et le professeur Haughton (5).

Ayant déjà rendu compte ailleurs (6) des résultats d'expérimentation que j'ai obtenus récemment dans la production du feuilleté et dans la déformation des fossiles, particulièrement dans les Bélemnites tronçonnées, je n'y reviendrai pas ici. Au moyen d'une presse hydraulique puissante, on a forcé à s'écouler, sous de fortes pressions, de l'argile plastique, soit mélangée de sable ou de mica, soit pure ; on a opéré dans des conditions diverses, en faisant varier successivement, dans sa forme et dans sa disposition, le bloc d'argile soumis à la pression, ainsi que l'orifice par lequel cette argile s'écoulait, de manière à rechercher comment la texture feuilletée se modifie avec la nature de la substance et le sens du mouvement.

Des cristaux autres que ceux de mica s'alignent régulièrement dans

(1) *The London, Edinb. and Dubl. Phil. Mag.*, t. XII, p. 35; 1856.

(2) *Études et Expériences synthétiques sur le Métamorphisme*, p. 111 du mém. in-4°, p. 132 du mém. in-8°; 1859-60.

(3) *The Edinb. new Phil. Journal*, t. XLV ; 1848.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 363 ; 1855.

(5) *The London, Edinb. and Dubl. Phil. Mag.*, t. XII, p. 198 ; 1856.

(6) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXII, p. 710 et 798.

ce mode d'écoulement. Ainsi, quand on ajoute successivement à la pâte de petites tiges cylindriques et, à défaut de feldspath sanidine, de petites plaques de plomb de même forme, les unes et les autres se placent parallèlement à la schistosité, à laquelle elles contribuent pour leur part.

Comme complément des expériences exécutées sur l'écoulement des substances argileuses, j'en ai fait d'analogues sur des substances ramollies et rendues plastiques par la chaleur, et pour cela j'ai profité du concours obligeant de M. Ch. Feil. L'opération se fit sur un verre riche en plomb *(flint)* et très-*tendre*, que l'on fondit dans une moufle. Le verre, refroidi jusqu'à n'être plus très-fluide, fut forcé de s'écouler, soit sous l'action d'un piston, soit sous celle d'une vis. L'examen des stries présentées alors par le flint montra que le mouvement avait eu lieu comme on pouvait le supposer. Ces stries très-fines, accusées par des différences de réfraction, se reconnaissent mieux encore sur des plaques minces.

Pour compléter la démonstration expérimentale de la schistosité, il convenait de reproduire aussi les déformations de fossiles qui sont corrélatives du premier phénomène et qui lui servent de témoins permanents. Quoique l'ensemble du phénomène ne puisse plus guère laisser de doute, il restait encore à en reconnaître les circonstances, par exemple le degré de consistance que pouvait posséder la roche lors de ces mouvements. C'était à l'expérience à nous éclairer sur ce sujet.

La résistance d'une Bélemnite ordinaire était trop grande pour qu'on pût la tronçonner au milieu de l'argile, au moins dans les circonstances de pression dont on pouvait disposer. Pour remédier à cette difficulté et obtenir une rupture sous un moindre effort, on a taillé dans de la craie une série de cônes très-allongés, ayant la forme d'une Bélemnite ordinaire. Ce sont ces imitations de Bélemnites qui ont été l'objet d'une première série d'essais, dans lesquels on a produit l'écoulement, tantôt par écrasement, tantôt suivant le sens de la pression. La figure 3 de la planche XIX représente l'un des résultats obtenus par le premier mode.

Dans d'autres expériences, j'ai opéré sur des Bélemnites naturelles *(B. niger)*, mais après les avoir enchâssées très-exactement, au moyen du moulage, dans une masse de plomb en forme de parallélipipède. La masse de plomb était soumise à une pression d'environ 50 000 kilogrammes. On a ainsi obtenu des Bélemnites tronçonnées, dont les fragments sont plus ou moins espacés, exactement comme les types naturels qu'on avait en vue. Les figures 4 et 5 de la planche XIX montrent une même Bélemnite avant et après l'écrasement.

III. OBSERVATIONS THÉORIQUES ET DÉDUCTIONS RELATIVES AUX ROCHES SCHISTEUSES.

Conditions dans lesquelles peut se produire la schistosité. — Jusqu'à présent, la texture schisteuse des roches n'avait été imitée expérimentalement qu'au moyen d'une pression exercée perpendiculairement au plan de schistosité. Or, dans les expériences qui font l'objet du mémoire précité, on voit naître un feuilleté des mieux caractérisés, sous des conditions différentes ; car les feuillets s'y produisent, et cela pour des bandes de plusieurs mètres de longueur, *dans le sens même de la pression et du mouvement.*

C'est un résultat qui trouvera son application dans l'histoire des roches schisteuses cristallines à feuillets à peu près verticaux, particulièrement dans celles qui occupent le centre de certains massifs montagneux.

Ces mêmes expériences conduisent aussi à modifier l'explication théorique qui est généralement admise. Un corps incomplétement solide, ou doué d'une certaine plasticité, étant soumis à une pression énergique, qui le force à s'écouler dans le sens suivant lequel il rencontre le moins de résistance, se comporte à peu près comme le ferait un liquide très-visqueux. Dans ce mouvement, les molécules voisines ne marchent pas uniformément ; les différentes vitesses qu'acquièrent les molécules contiguës les font glisser les unes sur les autres. De là un alignement prononcé des éléments de formes diverses, cristaux, lamelles aplaties ou particules microscopiques.

Cette texture schisteuse ou feuilletée, conséquence directe d'un glissement, offre nécessairement une situation en rapport avec le mode et la direction de l'écoulement, ainsi qu'on le constate pour les diverses dispositions successivement employées dans les expériences.

On voit donc que c'est à tort que certains géologues ont voulu distinguer dans les roches schisteuses, d'une part le clivage, d'autre part l'alignement des cristaux connu sous le nom de foliation ou de lamination. Ces deux caractères remarquables dérivent de la même cause, et l'expérience les produit dans des conditions identiques et simultanément ; aussi les avons-nous compris ici sous le nom unique de schistosité (1).

Il n'est pas nécessaire que la masse plastique soit mélangée de parties *visiblement* différentes, pour acquérir la texture schisteuse. Une même substance, tout en étant chimiquement homogène, peut ne pas

(1) Le résultat auquel l'observation avait conduit Darwin et Sharpe est donc pleinement consacré par l'expérience.

l'être dans sa constitution physique, par exemple dans son degré de cohésion. C'est ce qui paraît arriver en général, même dans des corps, comme le plomb métallique ou le verre fondu, dont l'uniformité d'aspect ne ferait pas soupçonner de semblables différences (1).

En outre, dans les expériences faites par voie d'écoulement, aussi bien que dans celles de compression directe, on voit qu'il suffit d'un trajet très-court, de quelques centimètres à peine, pour que les particules s'alignent et qu'un feuilleté très-régulier se manifeste.

L'examen microscopique des masses feuilletées artificiellement contribue encore à les assimiler aux roches feuilletées naturelles. Des sections très-minces, pratiquées sur ces pâtes perpendiculairement aux feuillets, soit après une simple dessication à la température ordinaire, soit après une calcination au rouge, montrent des feuillets minces, qui se dessinent par des teintes différentes et qui se contournent autour des grains quartzeux, à la manière de ce qui arrive dans les micaschistes pour les feuillets de mica qui enveloppent chaque grenat.

Ce qui ajoute encore à leur ressemblance avec les roches naturellement feuilletées, c'est la manière dont ces produits d'expérience se comportent quant à la conductibilité de la chaleur, soit à l'état cru, soit après la cuisson. M. Jannettaz, qui a bien voulu, sur ma demande, en soumettre quelques-uns à l'expérience, y a reconnu, sur les tranches des feuillets, et même dans leur plan, des ellipses analogues, par la dimension relative de leurs axes, à celles qui se dessinent sur les schistes naturels.

On peut de plus constater ici, avec exactitude, comment les axes de conductibilité sont placés par rapport aux directions des mouvements relatifs sous l'action desquels la substance s'est écoulée. Cette relation pourra être mise à profit pour l'histoire physique des roches anciennes.

Il importe de remarquer que toutes les actions d'écoulement ou d'écrasement qui ont imité la déformation des fossiles et l'écartement des Bélemnites, ont en même temps produit le feuilleté dans l'argile qui enveloppait ces corps. C'est une coïncidence conforme à celle qu'avait signalée l'observation des faits géologiques. On a de plus reconnu que, pour que la masse enveloppante ne pénètre pas entre les tronçons des Bélemnites, même sous forme de bavures, ainsi qu'il arrive dans les exemples naturels précités, il faut que cette masse ne soit plus pâteuse, mais à peu près à l'état solide.

(1) Pour le plomb, le fait s'est manifesté dans une expérience faite par M. Tresca sur un cylindre de ce métal.

La texture feuilletée peut se produire aussi par des procédés autres que celui qui vient d'être mentionné (1).

Le moyen qui se présente naturellement à l'esprit, est analogue à celui par lequel on prépare les pâtisseries feuilletées (2). Mais ce procédé ne paraît avoir que bien peu d'analogie avec les phénomènes naturels.

D'un autre côté, je dois rappeler comment j'ai obtenu autrefois le feuilleté dans mes expériences sur la formation d'espèces minérales dans l'eau suréchauffée (3). En même temps que le tube de verre, transformé dans sa constitution chimique, se gonfle considérablement, il prend une texture schisteuse très-prononcée; les feuillets dans lesquels il se clive facilement sont quelquefois si minces qu'on peut en distinguer plus de dix dans un millimètre d'épaisseur; parfois ils se détachent aussi nettement les uns des autres que les feuillets d'un cahier de papier à lettres. Quand le verre est incomplétement attaqué, le centre, quoique vitreux encore, montre aussi des zones très-fines, comme les agates-onyx. Le tout rappelle donc bien la manière d'être de certaines roches schisteuses et cristallines.

Le feuilleté qu'acquièrent ainsi des tubes de verre est un effet évident du mode de fabrication : lors de l'étirement du tube, la pâte vitreuse a subi dans sa texture une action semblable à celle que les expériences précédentes ont fait acquérir à l'argile. Pour l'œil nu, cette hétérogénéité de constitution est cachée sous une apparente homogénéité ; mais elle peut être décélée à l'aide de l'action si subtile de la lumière polarisée. Cessant d'être, en quelque sorte, latente, elle se manifeste quand la substance, après avoir été plus ou moins modifiée par l'action chimique de l'eau, a subi un retrait. Ce fait, dont on trouverait divers exemples dans l'industrie, montre comment la disposition primitive des matériaux constitutifs d'une roche, quoique ayant disparu par suite d'actions ultérieures, peut cependant s'y trouver encore à l'état latent et se révéler dès que des influences nouvelles la mettent au jour.

Il convient, sans doute, de tenir compte, dans le mode de formation de certaines roches schisteuses, de cette manifestation, par épigénie ou métamorphisme, de la structure feuilletée.

(1) Je ne mentionnerai que pour mémoire le clivage que M. Fox a annoncé se produire dans l'argile sous l'influence de courants voltaïques.

(2) On enduit de mica ou de graisse une couche d'argile, puis, en repliant cette couche un certain nombre de fois sur elle-même et en la laminant, on obtient une masse feuilletée, qui ressemble aux roches schisteuses naturelles et qui participe également à leurs propriétés, en ce qui concerne la conductibilité de la chaleur.

(3) *Études et Expériences synthétiques sur le Métamorphisme*, p. 112 du mém. in-4°, p. 134 du mém. in-8° ; *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XV. p. 99 ; 1857-60.

Déductions à tirer des expériences pour l'intelligence de la texture des roches schisteuses. — Après avoir constaté expérimentalement avec quelle facilité se produisent le clivage et la foliation dans des masses imparfaitement solides qui s'écoulent sous de fortes pressions, et après avoir vu qu'il suffit pour cela d'un très-faible déplacement relatif de leurs particules, on ne peut plus s'étonner de la diversité minéralogique des roches schisteuses, non plus que de l'abondance avec laquelle plusieurs de ces roches se présentent dans l'écorce terrestre. Cette texture est d'ailleurs indépendante du mode de formation de la roche et de la cause de sa plasticité, que cette cause soit l'eau, comme dans les masses argileuses, ou la chaleur, comme dans les laves.

Un fait des plus fréquents est le passage graduel des roches massives à des roches feuilletées de même composition minéralogique. Il n'est pas de contrée granitique qui n'offre de nombreux exemples de ces transitions, qu'il s'agisse de granite proprement dit, de protogine ou de syénite. On le voit journellement dans le percement du Saint-Gothard. Les porphyres et diorites des Ardennes en présentent des exemples bien connus (1). Or, l'expérience montre que des échantillons de la même argile, à des états de dessication faiblement différents, étant soumis à la compression, fournissent des couches juxtaposées, les unes schisteuses, les autres dépourvues de ce caractère, qui contrastent entre elles. Cette influence du degré de plasticité, que j'avais reconnue dans mes premières expériences (2), rend compte des différences que l'on observe dans un même massif de roches partiellement schisteuses.

Le mode de consistance de la pâte soumise à l'écoulement a une grande influence sur le degré plus ou moins net du feuilleté. Cela paraît expliquer pourquoi les pâtes de nature argileuse ou marneuse ont joui d'un privilége à cet égard. Les calcaires et les quartzites, lorsqu'ils étaient mélangés d'argile, sont devenus schisteux (calschistes de la Maurienne, quartzophyllades micacés).

Il est des géologues qui ont regardé le feuilleté des roches cristallines, telles que le gneiss, comme un vestige de stratification, et qui ont assimilé les feuillets à des couches minces (3). Cette supposition a servi à appuyer le nom de *métamorphiques*, qu'on a osé étendre à la totalité des roches de cette catégorie. Bien que j'aie cherché ailleurs à montrer l'importance du métamorphisme, je n'ai pas cessé de m'élever contre une conclusion hypothétique aussi absolue. Entre certains gneiss et le

(1) Sauvage et Buvignier. *Statist. min. et géol. du dép. des Ardennes*, p. 121 et 122.

(2) *Études et Exp. synth. sur le Métamorphisme*, p. 112 du mém. in-4°.

(3) L'origine éruptive de certains gneiss et de certains leptynites a été soutenue par divers géologues, notamment par M. Naumann et par M. Élie de Beaumont (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. IV, p. 130; 1847).

granite il n'y a pas plus de distance qu'entre les laves feuilletées et les laves massives. L'observation qui précède suffit pour montrer combien il y a lieu, à plus forte raison, d'être circonspect dans les supputations, que l'on prétend faire dans divers pays, des épaisseurs de ces roches.

Dans les terrains cristallisés dont il s'agit, la schistosité est très-fréquemment parallèle aux plans qui séparent les roches de diverses natures, gneiss, micaschistes, calcaires, quartzites, c'est-à-dire aux plans de séparation de masses qui ont l'apparence de couches. Cette concordance, qui est ordinaire en Finlande, au Brésil et dans d'autres contrées, a été considérée par Durocher comme un effet direct d'une stratification antérieure, dans laquelle les paillettes de mica, en raison de leur tendance à se déposer à plat, marqueraient, par leur parallélisme, les plans de division des couches (1).

Cependant cette circonstance me paraît plutôt devoir s'expliquer autrement, soit que les minéraux cristallisés et interposés entre les feuillets fussent déjà formés lorsque la schistosité s'est produite, soit que ces minéraux aient cristallisé postérieurement et se soient disposés alors suivant les plans des feuillets. En effet, dans les terrains stratifiés et fossilifères, la schistosité est loin d'être toujours oblique à la stratification; elle lui est souvent parallèle. On comprendra la fréquence de cette conformité, si l'on se reporte aux expériences précédentes et aux conditions d'écoulement qui produisent le feuilleté, notamment à l'expérience dans laquelle on voit une Bélemnite placée d'abord en travers venir bientôt s'aligner parallèlement au jet.

C'est ainsi que des roches éruptives subordonnées aux roches sédimentaires, si ces roches n'étaient pas tout à fait solidifiées lors du mouvement qui a causé la schistosité, ont dû se feuilleter parallèlement aux surfaces qui les limitent et parallèlement aussi aux feuillets des roches sédimentaires voisines. Les exemples de faits analogues sont fréquents dans les diabases du Nassau, dans les porphyres de la Lenne (Westphalie), et plusieurs des cas problématiques signalés dans des roches anciennes de la Belgique et de l'Ardenne française paraissent devoir leur être assimilés ; on conçoit, en effet, qu'un tel parallélisme puisse laisser dans le doute sur l'origine, éruptive ou sédimentaire, de certaines roches cristallines.

En général, la schistosité se rattache, comme on vient de le voir, aux mouvements qui ont ployé les couches. Cependant il est des roches qui paraissent avoir pris une texture analogue à celle dont il vient d'être question, sans qu'elles aient cessé d'être horizontales. Tels sont notam-

(1) *Études sur la structure orographique et la constitution géologique de la Norwége, de la Suède et de la Finlande, Mém. Soc. géol. Fr.*, 2e sér.. t. V, p. 40.

ment les schistes bitumineux du terrain permien (Igornay près Autun, Thuringe, etc.) et peut-être les bogheads d'autres provenances, ceux de Ménat (Puy-de-Dôme), qui appartiennent au terrain tertiaire, les marnes magnésiennes de Saint-Ouen, peut-être certaines marnes du Grès bigarré (Letten) (1). Des roches qui avaient originairement une consistance très-favorable au développement de la schistosité, ont pu acquérir ce caractère sous la simple pression des masses qui leur sont superposées.

Bandes bleues des glaciers. — Les bandes bleues (structure veinée) que présentent les glaciers et dont Forbes a le premier fait ressortir l'importance (2), sont parallèles à l'axe d'écoulement et paraissent s'expliquer aussi par les expériences qui précèdent.

Dans bien des cas où les roches se sont écoulées de manière à prendre la structure schisteuse, leur consistance se rapprochait probablement autant de l'état solide que celle de la glace des glaciers.

IV. RELATIONS DE LA SCHISTOSITÉ AVEC LES GRANDS ACCIDENTS DE LA STRUCTURE ET DU RELIEF DU SOL, PARTICULIÈREMENT DANS LES CHAÎNES DE MONTAGNES; STRUCTURE DITE EN ÉVENTAIL.

On a vu plus haut comment l'examen des déformations et étirements des fossiles a conduit à faire intervenir une action mécanique dans l'origine de la schistosité. L'étude des faits d'ensemble consultés sur une plus grande échelle confirme ce résultat.

D'une part, quoique très-fréquent dans les terrains anciens, le clivage ne s'y rencontre pas toujours et ne leur est pas exclusivement propre. Ainsi on ne trouve pas de véritables phyllades dans les couches siluriennes et dévoniennes de la Suède, de la Russie ou des États-Unis, qui ont conservé leur horizontalité première et qui, d'ailleurs, n'ont pas été métamorphisées.

D'autre part, des schistes susceptibles d'être exploités comme ardoises sont connus dans des terrains plus récents, mais disloqués. Ce sont des faits fréquents dans le terrain carbonifère des Alpes (Vernayaz, Prarion) (3) et dans le Trias de la Maurienne et de la Tarentaise (schiste lustré, calschiste). Des couches jurassiques des Alpes sont exploitées pour ardoises sur beaucoup de points, notamment dans la plupart des communes de l'Oisans, du Valbonnais et du Valgaudemar

(1) Peut-être aussi au Plattenberg, près Glaris, où les couches sont peu inclinées.
(2) *Travels throught the Alps*, p. 157, 165, 166 et 372.
(3) Favre. *Rech. géol.*, t. III, p. 31.

(1); c'est à ce même terrain qu'appartiennent les ardoises de Cevins, les plus renommées de la Savoie (2), celles de Petit-Cœur (Tarentaise), de plusieurs parties de l'Ariége (3), de Marienthal en Hongrie, qui se débitent en feuilles très-minces. Le terrain crétacé fournit des schistes ardoisiers dans les Pyrénées, au Caucase, au Vénézuela et à la Terre de Feu. Enfin des ardoises de qualité supérieure à celles du Lias sont exploitées dans le terrain nummulitique, par exemple en Suisse, au Plattenberg près de Glaris; en Dauphiné, dans le Vallouise; en Maurienne, à Montricher et à Saint-Julien (4); dans les Basses-Alpes, près de Barcelonnette.

En résumé, des roches argileuses d'âge très-différent ont pris la nature d'ardoises, et cette transformation, de même que celle du métamorphisme minéralogique, se lie essentiellement à l'existence de dislocations.

La cause de la schistosité paraissant reconnue, on peut retourner la question et, dans certains cas, se servir de cette empreinte significative d'anciennes actions mécaniques, à peu près comme on se guide d'après les dislocations des roches sédimentaires, pour discerner les actions mécaniques subies par l'écorce terrestre. La position de ces feuillets, considérés dans leur ensemble géographique et topographique, est comparable à l'appareil enregistreur, fréquemment employé dans les expériences pour représenter des mouvements.

On s'est souvent demandé pourquoi, dans presque toutes les parties du Globe, les feuillets de gneiss et des roches schisteuses cristallisées sont fréquemment dans des positions voisines de plans verticaux. Les géologues qui considèrent ces feuillets comme les vestiges d'une stratification première, doivent supposer que toutes ces couches ont été redressées.

C'est particulièrement dans les massifs centraux des chaînes de montagnes, que cette disposition redressée du gneiss et de ses congénères mérite l'attention, à cause de la tendance à une régularité géométrique qui s'y manifeste fréquemment. Déjà de Saussure avait remarqué que le massif du Mont-Blanc « se divise en grands feuillets qui ont leurs plans exactement parallèles entre eux, et, ce qui est bien remarquable, qu'ils sont parallèles à la direction de la chaîne (5) ». De plus, ce grand observateur avait constaté que ces feuillets, qui sont à

(1) Lory, *Descr. géol. Dauphiné*, p. 99.

(2) Favre, *op. cit.*, t. III, p. 186.

(3) Mussy, *Carte géologique et minéralurgique du dép. de l'Ariége, Texte explicatif*, p. 261.

(4) Lory, *op. cit.*, p. 486 et 544.

(5) *Voyages dans les Alpes*, § 569.

peu près verticaux dans le centre du massif, prennent des positions inclinées dans les parties latérales, et qu'ils plongent symétriquement vers l'axe central, de manière à présenter, dans leur section transversale, la forme d'un *éventail entr'ouvert*. En outre, comme l'avait déjà remarqué Jurine, la protogine, qui forme la masse centrale, se lie par des passages graduels à des gneiss et à des talcschistes qui l'enveloppent sur une grande épaisseur, excepté du côté méridional (1).

Un autre trait de structure complète le premier : les terrains stratifiés ont été recouverts par des masses cristallines diverses, formant surplomb, qui ont été poussées au milieu d'eux, comme dans une déchirure en forme de boutonnière, suivant l'expression de M. Élie de Beaumont. C'est donc un renversement de l'ordre normal. De même que les schistes cristallins qui leur sont immédiatement juxtaposés, les roches stratifiées plongent vers l'intérieur du massif (2).

Une structure semblable a été reconnue ensuite dans d'autres massifs centraux de la chaîne des Alpes, particulièrement au Saint-Gothard, dans les Alpes bernoises, au Pelvoux, dans la chaîne de Belledone, ainsi que dans les Pyrénées, à la Maladetta et ailleurs.

Comment expliquer une disposition qu'on croirait anormale et exceptionnelle, si elle ne se reproduisait dans un grand nombre de massifs? Deux hypothèses principales ont été proposées, soit que l'on considère les feuillets des roches cristallines comme les indices de couches, soit que l'on suppose que ces masses, n'étant pas rigoureusement solides au moment de leur intercalation, se sont alors laminées.

Si on admet cette dernière supposition, c'est-à-dire que les roches cristallines jouissaient d'une certaine plasticité, comparable, par exemple, à celle des glaciers, leur nature feuilletée, ainsi que les principaux caractères de leurs feuillets, paraissent pouvoir s'expliquer assez simplement.

D'abord la poussée de bas en haut, qui a porté ces masses jusqu'à une altitude de plus de 4 000 mètres, lors même qu'elles n'auraient été que faiblement plastiques, a dû nécessairement y déterminer une schistosité, dont le feuilleté était parallèle aux parois de cet énorme jet, c'est-à-dire à peu près vertical. Il en a été ainsi tant que les masses sont restées encastrées et comprimées entre deux parois latérales.

Mais, lorsque ces masses, approchant de la surface, ont commencé à se dégager des puissantes pressions qu'elles venaient de subir, leur régime a dû se modifier.

Des expériences spéciales ont été faites pour éclairer le mode d'écoulement qui correspond à cette dernière condition.

(1) Favre, *op. cit.*, t. III, p. 298.

(2) Voir dans l'ouvrage précité de M. Favre les planches XVIII, XIX et XXII.

De l'argile préalablement bien malaxée et à peu près desséchée a été coupée en forme d'un prisme carré. Après l'avoir placée entre deux plaques carrées, de même dimension que la base du prisme, on l'a soumise à l'action de la presse hydraulique. Dans cette opération, il est sorti de chacune des quatre faces latérales une bavure, dont la forme évasée, par suite du changement de pression, se raccordait avec les faces du prisme. La masse ainsi déformée présente, dans sa cassure transversale, une texture essentiellement schisteuse, qui est ainsi disposée : dans toute la partie serrée entre les plaques, les feuillets sont à peu près parallèles aux deux parois ; mais dans la partie qui dépasse ces plaques, on voit les feuillets s'infléchir et s'éloigner de l'axe, de manière à être parallèles aux deux surfaces extérieures du jet, qui vont elles-mêmes en s'écartant de plus en plus. Le feuilleté est surtout prononcé à proximité des deux surfaces externes ; vers la partie centrale, il l'est, en général, beaucoup moins.

Cette expérience, qui a été répétée, donne toujours la même disposition. C'est comme un *fac-simile*, en miniature, de la structure feuilletée en éventail.

Du plomb soumis à une expérience analogue a donné des résultats non moins significatifs. Deux plaques rectangulaires de plomb ont été juxtaposées et soumises, entre deux pièces de fer, à une pression d'environ 10 000 kilogrammes, soit 500 atmosphères, qui a déterminé leur écoulement : elles ont pris, à partir de la portion encastrée, une structure en éventail ; de plus, le feuilleté s'accuse, dans l'intérieur de la partie encastrée, par de nombreuses rides parallèles entre elles et au sens de l'écoulement (Pl. XIX, fig. 7 *a-c*).

En ce qui concerne les grands phénomènes mécaniques de l'écorce terrestre, l'expérimentation, qui ne peut les reproduire qu'en les réduisant à une très-faible échelle, n'est sans doute pas aussi concluante que pour la synthèse des anciens phénomènes chimiques et minéralogiques ; on ne doit y recourir qu'avec beaucoup de réserve, sous le risque d'en abuser. Il paraît cependant juste de prendre en sérieuse considération une ressemblance aussi fidèle, quant aux traits les plus caractéristiques, que celle qui vient d'être signalée. N'est-on pas autorisé à en induire une certaine analogie dans les causes, surtout dans ce cas particulier où la structure générale du massif montagneux est en relation manifeste avec la texture schisteuse des roches qui le constituent, c'est-à-dire avec un caractère de détail intime, qui rentre dans le domaine de l'expérience et dans celui du raisonnement ?

Effets dûs à la prolongation de mouvements graduels, postérieurement à ceux qui ont produit le feuilleté. — L'examen des minéraux que renferment les roches schisteuses cristallisées fait supposer qu'un

certain nombre d'entre eux étaient déjà formés quand la schistosité s'est produite. Tels sont les cristaux d'orthose, d'oligoclase, de mica, qui sont alignés comme dans les expériences qui précèdent. Il en est de même du grenat dans beaucoup de leptynites et de micaschistes, et de certains cristaux d'amphibole dans ces dernières roches.

Mais il est aussi des cristaux qui ont pris naissance plus tard, lorsque la roche avait déjà acquis la schistosité. C'est ce qui a eu lieu dans les phyllades pour les mâcles, notamment aux Salles de Rohan, en Bretagne, comme l'a montré Durocher (1). En effet les prismes appartenant à ces substances ne sont pas ordinairement couchés dans le plan des feuillets; ils les coupent quelquefois obliquement et même perpendiculairement.

Cependant ces mâcles elles-mêmes ont été, dans certains cas, tordues et gauchies d'une manière évidente, comme on le voit, par exemple, à Marsac (Loire-Inférieure) (2). Ce dernier fait témoigne que la roche qui sert de matrice aux mâcles, bien que à peu près solide lorsqu'elle s'est feuilletée, a continué à se mouvoir pendant un certain temps sous l'influence des fortes pressions auxquelles elle était soumise. Telle paraît être également la cause de cristaux courbés, brisés ou écrasés, tels que les tourmalines ployées, puis ressoudées par le quartz, qui sont connues dans les schistes talqueux du Tyrol. C'est ce que prouve non moins clairement les plissements de feuillets qui sont si fréquents dans les roches schisteuses cristallines, gneiss, micaschistes et autres.

A ce dernier point de vue, la nature de la substance qui a rempli les intervalles existant entre les segments des Bélemnites des Alpes dont il a été question plus haut, mérite l'attention. Ces intervalles ne sont pas restés vides; ils sont en général occupés, non par le calcaire argileux qui empâte le fossile, mais par une substance qui s'y est déposée chimiquement, sous l'influence d'une eau minéralisée. C'est tantôt de la calcite, tantôt du quartz, tantôt simultanément ces deux substances, qui sont à l'état cristallin. Ces minéraux sont évidemment venus remplir un espace qui était libre au moment de la séparation des tronçons; ce vide a appelé des infiltrations aqueuses et un dépôt de substances minérales. L'expérience a appris que le quartz hyalin, comme la calcite, cristallise facilement dans l'eau surréchauffée. L'association qui se constate ici est analogue à ce qui s'est produit à l'époque actuelle à Plombières, où de l'opale mamelonnée s'est déposée avec de la calcite.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. III, p. 552.

(2) D'après des échantillons recueillis et offerts à l'École des Mines par M. Rousselle, professeur à Grand-Jouan.

Or la calcite et le quartz ont une texture essentiellement fibreuse, et les fibres de ces deux espèces minérales sont dirigées parallèlement à l'axe de la Bélemnite, c'est-à-dire perpendiculairement aux bases circulaires qui terminent chaque tronçon. C'est une disposition semblable à celle des veinules de glace fibreuse que l'argile sécrète pendant l'hiver dans ses gerçures, ou à celle des veinules du gypse et du sel gemme, séparés au milieu de l'argile en fibres également perpendiculaires aux parois. Cette analogie porte à admettre que l'écartement des tronçons des Bélemnites dont il s'agit s'est aussi opéré graduellement. Les minéraux dont nous venons de parler sont comme les témoins permanents de cette dernière circonstance (1).

On sait que l'étude des filons métallifères a conduit à cette conclusion que, dans beaucoup de cas, les failles qui leur servent de réceptacles se sont ouvertes peu à peu.

Tous ces faits tendent à faire reconnaître de toutes parts, dans l'intérieur des roches, les vestiges de mouvements lents et graduels, qui se sont prolongés pendant longtemps.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX.

Fig. 1. *Expérience pour la division d'une Bélemnite en segments plus ou moins distants, par l'écoulement de l'argile qui la renferme.*

L'argile remplit un réservoir en forme de prisme rectangulaire, que ferme le piston P; un cylindre en craie, B, ayant la forme d'une Bélemnite, y est placé comme l'indique la figure. L'argile doit s'écouler par l'orifice O, sous l'action de la presse hydraulique et du piston P.

Fig. 2. *Jet d'argile dans lequel les fragments de la Bélemnite sont plus ou moins écartés.*

Dans le jet d'argile produit par l'écoulement, la Bélemnite de craie, lors même qu'elle est placée suivant l'axe et parallèlement au jet, se divise en fragments qui sortent successivement et à une certaine distance les uns des autres. C'est l'effet des vitesses différentes dont sont animés les filets d'argile qui saisissent l'échantillon sur ses diverses parties. Dans l'une des expériences, les tronçons étaient au nombre de sept et répartis sur une longueur de près de 2 mètres.

Fig. 3. *Cône de craie, en forme de Bélemnite, tronçonné dans l'argile, par écrasement.*

Fig. 4. *Bélemnite enchassée dans du plomb, avant l'écoulement.* Cette Bélemnite *(B. niger)*, B, est enchassée dans deux plaques de plomb, par moitié dans chacune d'elles. Cet encastrement a été obtenu en moulant séparément ces deux plaques sur la Bélemnite, de manière qu'elle s'y adapte bien exactement.

Comme cette disposition devait être modifiée par l'expérience, on l'a conservée

(1) Les calschistes de la Madeleine, près Moutiers, très-connus par les veines blanches de calcaire qui tranchent sur leur fond gris, présentent des faits du même genre.

par un moulage en plâtre, afin de pouvoir la comparer exactement au résultat que présente la figure 5.

Fig. 5. Cette Bélemnite, B', est divisée en tronçons qui se sont écartés pendant que le plomb enveloppant s'écoulait sous la pression. Chacune des deux plaques, en s'aplatissant, s'est agrandie comme il est indiqué par la figure.

Fig. 6. *Structure en éventail, avec schistosité, produite sur de l'argile, par compression.*

Un parallélipipède en argile, placé entre deux plaques carrées en fer et réduit par la compression à une épaisseur moindre, s'épanouit en dehors de ces plaques en forme de bourrelets saillants et feuilletés, E, dans lesquels la schistosité se manifeste, surtout si l'on a préalablement mélangé à l'argile des paillettes de mica.

Fig. 7 *a-c. Structure en éventail produite sur du plomb.*

Les deux plaques rectangulaires de plomb, P, ont 5 centimètres de largeur, 10 de hauteur et 1 d'épaisseur ; sur la grande face de chacune d'elles, que représente la figure 7 *a*, on trace préalablement au burin des lignes parallèles, qui, après la déformation, serviront à constater les caractères de l'écoulement. Puis les deux plaques sont juxtaposées par cette face, comme il est indiqué en projection par la figure 7 *b*. Un enduit de cire appliqué sur les deux surfaces en contact les empêche d'adhérer après l'opération.

La pression étant appliquée perpendiculairement au petit côté, comme l'indiquent les flèches, la figure de la grande face (P, fig. 7 *a*; P', fig. 7 *b*) se transforme dans la section P (fig. 7 *c*).

Cette face de jonction, P, offre, sur chacune des deux plaques, dans leur partie encastrée, une très-nombreuse série de rides saillantes et rentrantes, parallèles entre elles et au sens de l'écoulement. A partir de la portion encastrée, les rides vont en divergeant. Quant aux lignes tracées au burin, elles sont effacées dans la partie très-comprimée et ridée ; mais elles sont conservées vers les extrémités, qui ont échappé aux efforts principaux. L'ensemble de ces lignes indique nettement la structure en éventail.

En dehors du fait principal, il y a un fait secondaire qui mérite l'attention : ce sont les bavures (I, I', fig. 7 *c*) que la pression provoque des deux côtés sur le plomb, le long des faces de jonction des plaques de fer (F, F', fig. 7 *b*) qui le compriment. Le plomb, quoique solide, vient se mouler dans les fissures minces à travers lesquelles il est injecté, comme s'il était à l'état fluide. Il forme ainsi deux lames minces (I, I', fig. 7 *c*), ou crêtes, dont la plus grande hauteur correspond au centre du pincement. Les déchirures et les stries que présentent ces lames, marquent les circonstances du mouvement.

Ce fait peut lui-même trouver son analogue, par exemple dans l'intercalation, à travers les fentes, de certaines roches qui n'étaient plus fluides, mais qui étaient poussées par de fortes pressions.

M. **Labat** ne croit pas fondée l'objection tirée par M. Daubrée de la puissance infinie de la nature comparée à la force limitée de nos appareils. La puissance de la nature qui soulève les montagnes et disloque le sol est énorme, mais la résistance qu'elle rencontre l'est également. Dans l'expérimentation, on proportionne la résistance à la puissance, en opérant en miniature. La force que l'Homme peut développer sur un point donné est considérable; nous en avons la preuve dans les machines et dans les armes de guerre. Que l'on additionne par la pensée une série de ces forces de propulsion et qu'on les reporte sur un kilomètre carré, l'on sera étonné de leur force totale.

M. G. **Dollfus** a observé les phénomènes signalés par M. Daubrée, dans la disposition de la poudre à canon en feuillets sous l'action de la pression. En 1870, dans les essais de compression de la poudre pour la composition des gargousses de 7, un excès de pression amenait toujours un feuilleté et une sorte de stratification très-manifeste dans un plan perpendiculaire à la direction de la pression.

M. Jannettaz présente les observations suivantes :

Sur la **conductibilité thermique** *de certaines* **roches** *rendues* **artificiellement schisteuses,**

par M. **Jannettaz.**

M. Daubrée m'ayant fait l'honneur de me confier plusieurs des matières qu'il avait rendues schisteuses par les procédés qu'il vient de nous exposer, j'ai recherché leur conductibilité thermique au moyen de l'appareil que j'ai décrit dans mes précédentes notes.

Rien ne distingue ces matières des roches naturellement schisteuses. Comme dans celles-ci, les courbes s'y allongent parallèlement à la schistosité; le rapport des axes n'y atteint pas des valeurs moins considérables.

Je ferai remarquer, de plus, que les résultats de mes recherches sur la conductibilité de la chaleur dans les roches ont été constamment d'accord avec ceux que M. Daubrée a obtenus dans ses expériences.

Pour qu'une roche soumise à des actions mécaniques acquière la texture schisteuse, il faut, comme l'a démontré M. Daubrée, qu'elle soit dans un état de mollesse ou au moins d'humidité convenable. Aussi le verre, lors même qu'il est soumis à une pression considérable, se refuse-t-il à prendre cette texture, comme je l'ai démontré récemment. Je sais bien que de Sénarmont avait observé une ellipse de fusion sur du verre comprimé; mais j'ai montré à quoi devait tenir l'ellipticité dans les conditions où a été faite cette expérience (1).

Je crois donc qu'une matière ne peut devenir schisteuse que si les particules qui la composent possèdent une certaine mobilité. C'est une analogie de plus entre cette texture des roches et la structure cristalline. Il est inutile d'ajouter que je ne veux pas dire par là que les roches schisteuses sont cristallisées. Ce qu'il y a de commun entre ces roches et les matières cristallisées, c'est que leurs particules élé-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. IV, p. 121.

mentaires ont pris, les unes par rapport aux autres, des positions régulières ; c'est qu'elles conduisent mieux la chaleur suivant les directions de plus grande cohésion tangentielle, qui sont aussi, d'après mes expériences, celles de plus grande élasticité, ainsi que celles de plus grande densité réticulaire. Mais jamais la texture d'une roche, imprimée en bloc à sa masse, ne peut entraîner les contours réguliers d'une forme extérieure, et faire de la masse un cristal.

M. Jannettaz fait la communication suivante :

Note sur la **propagation** *de la* **Chaleur** *dans les* **corps cristallisés,**

par M. **Jannettaz** (suite) (1).

Dans une de mes notes précédentes, j'ai montré que l'étude des courbes de conductibilité thermique peut servir à distinguer les vrais clivages d'avec les plans de séparation, qui les imitent, sans avoir, comme eux, pour origine un arrangement des molécules essentiel au corps cristallisé qu'elles constituent. J'ai pris pour exemple le groupe des Pyroxènes, et j'ai prouvé que des cristaux d'une variété de Diopside, qui se divisent parallèlement à la base, ne possèdent dans cette direction que des plans de séparation, mais non pas des plans de clivage véritable, comme les auteurs modernes l'avaient admis du reste avant mes recherches. J'ai vérifié cette assertion à mesure que j'ai eu à ma disposition des matières faciles à faire tailler. J'ai pu, depuis cette époque, me procurer des échantillons de Cordiérite et des minéraux qu'on y rattache sans contestation.

On sait que la *Cordiérite* est un silicate d'alumine, de magnésie et de protoxyde de fer, dont les éléments satisfont à peu près à la formule $R^2\ \dot{R}^2\ \ddot{S}i^5$, dont les formes cristallines dérivent d'un prisme rhomboïdal droit de 119° et quelques minutes, et dont les clivages plus ou moins difficiles font partie de la zone verticale. On y rattache la *Gigantolite* de Tammela (Finlande) et la *Chlorophyllite* de Haddam (Connecticut). Celle-ci ne diffère de la Cordiérite proprement dite que par 4 ou 5 centièmes d'eau; la Gigantolite renferme un peu plus d'eau et surtout de protoxyde de fer. Dans les deux échantillons que j'ai soumis à l'observation, les courbes thermiques sont, comme dans la Cordiérite, des ellipses dont le grand axe est parallèle aux clivages prismatiques et perpendiculaire aux plans de séparation.

(1) V. *Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 116.

Ainsi, tant que dans un groupe les clivages ne changent pas, il en est de même des courbes qui mesurent la propagation de la chaleur; mais, s'il se présente dans une espèce de ce groupe un clivage véritable, quoique exceptionnel, il en résulte une perturbation correspondante dans l'orientation des axes de conductibilité thermique. C'est ce qui a lieu pour le groupe même des Pyroxènes, que j'ai pris pour type de la constance avec laquelle la chaleur s'y propage. On regarde aujourd'hui, surtout depuis les recherches de M. Des Cloizeaux, comme à peu près identique avec le Diopside, la Diallage, qui ne s'en distingue pas par l'orientation de ses lignes optiques, mais qui s'en éloigne par ses clivages, par son éclat et enfin par ses associations qui sembleraient devoir la rapprocher du groupe des Amphiboles.

De même que dans les espèces de ce dernier groupe, dans la Diallage que j'ai essayée et qui provient de la Spezzia, l'ellipsoïde thermique a son plus grand axe parallèle au plan h^1, celui du clivage facile.

Dans une note précédente (1), j'ai dit que, si un corps est comprimé, l'attraction mutuelle de ses particules doit diminuer dans la direction où la pression s'exerce, et que, si la pression augmente de plus en plus, il peut y avoir rupture, ou qu'au moins les particules glissent latéralement pour se loger les unes entre les autres dans le plan perpendiculaire à la pression, sous cette condition, probablement, qu'elles possèdent une certaine mobilité relative, qui doit le plus souvent provenir d'un état particulier d'humidité. J'en ai conclu que la densité doit augmenter suivant ce dernier plan, et que la chaleur se propage plus facilement suivant les directions où la densité augmente.

La plupart des applications qu'on pourra tirer, je l'espère, des recherches dont je m'occupe, sont indépendantes de l'explication des faits; il suffit de remarquer que, si l'on comprime une masse matérielle, la cohésion dans le plan perpendiculaire à la pression devient supérieure à celle qui s'exerce dans le plan parallèle, et que c'est là, sans doute, l'origine de la schistosité qui se développe dans les matières soumises naturellement ou artificiellement à une pression, dans les conditions indiquées par les expériences de M. Daubrée. Cela ne peut plus être regardé comme hypothétique, et soustrait en même temps à toute contestation ce fait, que je retrouve partout et que j'ai dès l'abord énoncé sous cette forme : *La chaleur se propage plus facilement dans les corps suivant les directions de plus grande cohésion.*

M. Pellat donne lecture de la note suivante :

(1) *Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 121.

Sur le **Corallien** *de* **Lévigny**, *près Mâcon (Lettre à M. Pellat),*

par M. **Tombeck.**

Vous connaissez, pour l'avoir vue dans ma collection, la belle série de fossiles qu'on peut recueillir dans les carrières de Lévigny, près Mâcon. Ces fossiles sont-ils oxfordiens ? Sont-ils coralliens ?

Jusqu'ici les géologues n'avaient aucune hésitation à cet égard, et moi tout le premier ; car, dans une note sur le Mâconnais que j'ai publiée dans le *Bulletin* en 1852, en collaboration avec mon ami M. Berthaud, aujourd'hui professeur à la Faculté de Lyon, nous n'hésitions pas à ranger dans l'Oxfordien la masse de plus de 15 mètres exploitée dans les carrières de Lévigny. Le même M. Berthaud, dans son intéressante *Description géologique du Mâconnais,* restée malheureusement inachevée, y voit maintenant de l'Argovien supérieur ; c'était également l'opinion du regretté M. de Ferry.

Pourtant, depuis longtemps, j'avais des doutes sur la légitimité de cette appréciation ; aussi ai-je profité de mon passage à Mâcon, au mois de mai dernier, pour aller visiter les carrières de Lévigny, que je n'avais pas revues depuis 20 ans. Aujourd'hui je suis fixé : la partie inférieure des couches qu'on y exploite appartient à l'Argovien ; le haut, au contraire, est incontestablement corallien.

Le Mâconnais, vous le savez, est traversé par plusieurs failles dirigées à peu près du nord au sud. Il résulte de cette disposition que, lorsqu'on marche de l'ouest à l'est, on voit affleurer successivement à la surface du sol, et à plusieurs reprises, toute la série des étages jurassiques.

Aussi, quand on va de Salornay à Flacé et à la montagne de la Grisière, en passant par Lévigny, on rencontre d'abord les différentes zones calloviennes ; on trouve ensuite des argiles à Ammonites pyriteuses, qui représentent l'Oxfordien proprement dit, puis des calcaires compactes à *Ammonites Martelli* et *Dysaster capistratus,* où l'on reconnaît facilement l'Argovien inférieur.

On arrive alors à la carrière de Lévigny et à ses couches litigieuses, au-dessus desquelles on voit, en continuant à marcher vers Flacé, un calcaire compacte et une oolithe blanche, couches où l'on ne peut méconnaître du Corallien, et enfin des calcaires à *Terebratula subsella, Pterocera Ponti,* etc., qui représentent évidemment le Calcaire

à Astartes. Le tout vient d'ailleurs, par l'effet d'une faille, butter contre le calcaire à polypiers de l'Oolithe inférieure.

Ainsi dans cette série il ne peut y avoir de sujettes à controverse que les couches exploitées dans les carrières de Lévigny.

Or, les deux tiers inférieurs de ces couches sont constitués par des calcaires compactes blanchâtres, en grands bancs, où j'ai recueilli : *Ammonites Martelli, Pinna lanceolata, Ostrea dilatata, Pholadomya myacina* et *P. decemcostata*. C'est incontestablement un niveau argovien, et même un niveau assez élevé dans la série, et je base cette assertion sur la forme de l'*Ostrea dilatata* qui abonde dans ces couches, et qui est grande et plate. Dans la Haute-Marne, en effet, cette variété ne se rencontre qu'à la partie tout à fait supérieure de l'Argovien. L'*Ammonites Babeanus*, que l'on y trouve également, mène à la même conclusion ; car dans la Haute-Marne cette Ammonite caractérise l'Argovien le plus supérieur.

Le tiers supérieur des mêmes couches, d'une épaisseur de 5 à 6 mètres environ, est formé par un calcaire jaunâtre, grumeleux ou plutôt lacuneux, dont les lits sont séparés les uns des autres par des lits marneux beaucoup plus tendres. C'est là la partie vraiment fossilifère et en même temps litigieuse de ces dépôts. Or, pour moi, elle représente un niveau corallien, celui de nos calcaires grumeleux de la Haute-Marne, celui des argiles à chailles ou des *Crenularis-Schichten* de la Suisse et du Jura. — Vous allez en juger.

Dans ces calcaires lacuneux j'ai recueilli un assez grand nombre d'Oursins, parmi lesquels les *Cidaris florigemma, C. coronata, Glypticus hieroglyphicus*, qui sont des fossiles habituels du Corallien. Il est vrai qu'avec ceux-là j'en ai trouvé quelques autres qui sont plus ordinairement argoviens ; il est vrai aussi que le *Cidaris florigemma* et même le *Glypticus hieroglyphicus* peuvent descendre assez bas dans l'Argovien. Il n'y a donc aucun argument à tirer de la présence de ces Oursins.

Je n'en tirerai non plus aucun de la série des Pholadomyes recueillies dans ces couches, et dont la plupart, dans la Haute-Marne, passent de l'Argovien dans le Corallien.

Mais un commencement de preuve résulte de ce que j'ai ramassé abondamment dans les couches supérieures de Lévigny, le *Pecten vimineus*, le *P. Moreanus*, la *Lima leviuscula*, l'*Ostrea Moreana*, etc., fossiles que je n'ai jamais trouvés qu'à des niveaux authentiquement coralliens.

La probabilité s'accroît encore de ce que ces mêmes couches m'ont donné les *Terebratella Richardiana, Megerlea Fleuriausa, Terebratula insignis, Ostrea gregaria*, etc., fossiles si caractéristiques de nos calcaires grumeleux de la Haute-Marne.

Enfin la série des Ammonites trouvées à Lévigny vient compléter la démonstration. J'y ai en effet recueilli les *A. Marantianus*, *A. bimammatus*, *A. tricristatus*, *A. polygyratus*, etc., qui appartiennent toutes à la zone à *A. bimammatus*. Or, ces Ammonites se rencontrent aussi bien à la base qu'au sommet de notre Corallien inférieur de la Haute-Marne, et vous n'ignorez pas d'ailleurs que les *Crenularis-Schichten*, ou, si vous l'aimez mieux, les calcaires grumeleux coralliens du Jura et de la Suisse, sont le gisement habituel de l'*Ammonites bimammatus*.

Et à tous ces fossiles il faut ajouter encore l'*A. Achilles*, dont on trouve à Lévigny, non pas des échantillons petits et douteux, mais d'immenses et typiques exemplaires. Or vous savez que l'*A. Achilles* caractérise essentiellement, non-seulement notre Corallien compacte de la Haute-Marne, mais encore nos calcaires grumeleux ou les couches synchroniques.

En faut-il davantage pour me permettre d'affirmer que, sans contestation possible, le tiers supérieur des couches de Lévigny appartient au Corallien inférieur ?

Il est vrai qu'on y trouve, et très-abondamment, un fossile qu'on est habitué à regarder comme argovien, la *Terebratula vicinalis*. Mais qu'est-ce qu'un fossile unique opposé à la masse de ceux que je viens de citer, surtout aujourd'hui que l'on sait que le passage de nombreux fossiles de l'un à l'autre de deux étages consécutifs est, non plus une exception, mais la règle générale ? D'ailleurs la *T. vicinalis* se rencontre assez fréquemment, dans la Haute-Marne, dans la zone à *Belemnites Royeri*, dont je faisais d'abord un niveau argovien, mais que j'incline aujourd'hui, avec M. Royer, à rattacher au Corallien.

Ainsi donc, on doit considérer le Corallien du Mâconnais comme constitué ainsi qu'il suit :

1° Couche grumeleuse à *Glypticus hieroglyphicus* et *Terebratella Richardiana*, de Lévigny.
2° Calcaire compacte.
3° Oolithe blanche.
4° Calcaire à Astartes.

Il serait sans doute difficile d'identifier, une à une, ces quatre couches, sauf pourtant les deux extrêmes, avec celles du Corallien de la Haute-Marne, où les oolithes et les calcaires compactes sont plus multipliés ; mais on ne peut se refuser à reconnaître que cette constitution est précisément celle du Corallien sur de nombreux points du Jura.

En terminant, je dois faire observer que, si la présence dans les couches de Lévigny que je rapporte au Corallien inférieur, des *Am-*

monites bimammatus, *A. Marantianus* et *A. tricristatus*, atteste l'existence, en ce point, de la zone à *A. bimammatus*, d'autre part, les *A. polygyratus*, *A. Palissyanus*, Font., et *A. Fialar*, qui s'y rencontrent également, démontrent que là aussi existe la zone à *A. tenuilobatus*.

Toutefois, si ces deux zones sont ordinairement, à Crussol par exemple, distinctes l'une de l'autre, la distribution des fossiles à Lévigny me porte à penser que, dans cette localité, il n'est guère possible d'établir entre elles une limite précise de démarcation.

Dans tous les cas, ce qui précède montre que les couches qui à Lévigny paraissent représenter la zone à *A. tenuilobatus*, appartiennent à un niveau bien inférieur au Calcaire à Astartes, où les géologues suisses et allemands placent cette même zone, de même qu'elles sont supérieures à l'Argovien, où les géologues du Midi croient devoir la faire descendre.

Les secrétaires analysent les notes suivantes :

Note sur la **direction** *adoptée pour le tracé des* **coupes** *de la* **Carte géologique** *du département de la* **Somme**, *et sur certains rapports entre la* **structure du sol** *de la* **Picardie** *et celle du détroit du* **Pas-de-Calais**,

par M. N. **de Mercey.**

Les lignes de coupe de la Carte géologique du département de la Somme devaient, pour être instructives, couper les plis parallèles de la Craie, alternativement anticlinaux et synclinaux, dont j'ai signalé la disposition en 1863.

Mais le parallélisme de ces plis n'était pas la seule condition dont j'avais à tenir compte ; car j'avais aussi reconnu, en 1863, l'existence, entre ces plis, de renflements paraissant alignés dans une direction constante d'un pli à un autre (1). L'un des exemples que j'avais donnés alors consistait dans l'alignement des pointements du terrain primaire visibles aux origines de la vallée de la Lys (entre Matringhem et Dennebrœucq), et de la craie à *Inoceramus labiatus*, qui apparaît à Beurainville, sur la rive droite de la vallée de la Canche.

D'un autre côté, j'avais remarqué qu'une ligne de partage dirigée de l'est d'Arras à l'est de Rouen limitait assez bien l'origine des eaux de toutes les rivières qui, à droite et à gauche de la Basse-Somme,

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XX, p. 643.

coulent dans la même direction que cette rivière et, comme elle, se jettent directement à la mer. Cette ligne de partage, assez oblique par rapport à la direction elle-même de ces rivières ou des plis parallèles dont elles témoignent les influences, me paraissait parallèle à la ligne du littoral entre Saint-Valery-sur-Somme et Dieppe, ainsi qu'au cours de la Basse-Oise, qui, à l'opposé, limite la Picardie.

J'étais donc conduit à regarder cette direction comme celle que je devais choisir. Son adoption me permettait, en effet, de tracer plusieurs coupes parallèles avantageusement disposées. Une première coupe suivait le littoral entre Dieppe et Saint-Valery, avant de s'enfoncer dans l'intérieur des terres ; une seconde traversait très-symétriquement les rivières qui coulent parallèlement à droite et à gauche de la Somme; une troisième suivait la ligne de partage qui limite l'origine de ces rivières ; enfin, une quatrième et une cinquième traversaient des espaces dont la configuration est plus complexe mais n'en laisse pas moins discerner l'influence de ce système dont le cours de la Basse-Oise est la suprême expression.

En cherchant à mesurer cette direction, il me fut facile de constater qu'elle ne se manifestait pas seulement par des traits généraux, tels que ceux que je viens d'indiquer, mais qu'elle se révélait pour ainsi dire partout en Picardie. Toutes les feuilles de la Carte de l'État-major que j'avais à examiner en portaient les traces, d'autant plus accusées que le sol qu'elles représentaient était plus accidenté. Ainsi, une des premières feuilles comprises dans le report de la Carte départementale de la Somme, la feuille 7, dont j'avais eu à teinter la moitié inférieure, en fournissait des exemples multipliés. Je retrouvais, dans cette portion de la feuille, tout à fait contiguë à celle qui comprend l'alignement Matringhem-Beurainville que j'avais signalé autrefois, la même direction répétée un grand nombre de fois et avec une très-grande régularité, sous forme de sillons coupant les vallées de la Canche et de l'Authie. La feuille 12, contiguë à la précédente, offrait également de nombreux sillons suivant la même direction. Toutes les autres feuilles présentaient, avec plus ou moins de fréquence ou d'intensité, des traits analogues. Enfin, un dernier caractère très-tranché venait mettre en évidence la constance de cette direction, dont le sol de la Picardie porte l'empreinte.

Ce caractère consiste en ce que les ramifications latérales qui découpent les bords des vallées principales parallèles à la Somme, étant fréquemment dirigées suivant la direction dont il s'agit, en se faisant face sur les deux rives, il en résulte souvent l'apparence d'un même sillon dont la direction se transmet sans déviation d'une rive à l'autre, en formant alors avec le cours de la rivière, vers l'amont, un

angle obtus sur la rive gauche et un angle aigu sur la rive droite. Quelquefois même, ces sortes de sillons montrent une tendance bien marquée à passer d'une vallée à une autre. De semblables sillons, plus ou moins continus, se présentent également sur des espaces dont la configuration est plus complexe, et même ils ne manquent pas sur les plateaux les plus étendus, où on les retrouve encore sous forme de digitations parallèles.

Il fallait donc, pour mettre en évidence les plissements ou refoulements subis par la Craie de Picardie, entre la Flandre et la Seine, suivant une direction dont le cours de la Basse-Somme donne la valeur moyenne, et en même temps pour rester d'accord avec des accidents du sol indiquant un plissement plus serré, sinon aussi prononcé que le premier, tracer les lignes de coupe de la Carte géologique de la Somme obliquement par rapport à la ligne de la Basse-Somme et parallèlement à la direction du littoral, ou à celle de la Basse-Oise qui est identique avec elle.

Cette direction est orientée E. 38° N. à Amiens; elle semble à peu près parallèle à la direction du *Primitif de Lisbonne*, marqué dans l'édition de 1866 du *Tableau d'assemblage de la Carte géologique de la France*, comme suivant, vers la limite sud-est du bassin de Paris, de Neufchâteau à Avallon, une ligne sensiblement parallèle à la direction des assises du terrain jurassique et du terrain crétacé inférieur de la Champagne.

J'ai eu à tracer sur la Carte du département de la Somme, et suivant la direction que je viens d'indiquer, cinq coupes parallèles entre elles et espacées de 24 en 24 kilomètres à partir du littoral.

Après avoir effectué ce travail, en faisant seulement usage de l'équerre, je remarquai que ces coupes présentaient une propriété singulière, qui leur était commune à toutes, et qui consistait en ce qu'elles étaient sensiblement orientées parallèlement à une des diagonales des quadrilatères obtenus en conservant comme abscisses tous les parallèles du canevas tracés de décigrade en décigrade, et comme ordonnées seulement les méridiens tracés de deux en deux décigrades. Cette diagonale était donc celle d'un quadrilatère très-peu différent d'un parallélogramme et mesurant deux décigrades en longitude sur un décigrade en latitude. Il n'y avait là qu'un hasard heureux; car il suffirait, pour tracer d'après cette espèce de tracé loxodromique une ligne suivant une direction quelconque, de choisir des méridiens ou des parallèles convenablement espacés, ou d'interpoler des méridiens ou des parallèles tracés à l'équerre à des intervalles faciles à calculer trigonométriquement.

Ce tracé présentait, en outre, deux autres conditions avantageuses.

La première était de donner une première ligne tracée suivant le système que je viens d'indiquer, très-peu écartée de la ligne que j'avais d'abord tracée comme base des coupes suivant le littoral. La seconde consistait en ce que l'équidistance de 24 kilomètres adoptée entre les coupes était à très-peu près la même que celle comprise entre quatre diagonales consécutives, ce qui maintenait partout ce nouveau tracé jalonné par le canevas très-voisin du premier tracé déjà effectué.

Ayant mis à profit ces conditions favorables pour opérer un nouveau tracé des cinq coupes dont j'ai parlé, je constatai que les écarts entre les deux tracés étaient souvent presque nuls, et que nulle part ils n'atteignaient une valeur d'un kilomètre aux extrémités des coupes. C'est ce qui s'explique facilement, si l'on remarque que dans ce système l'erreur est nulle pour la direction N.-S. ou des méridiens, et à son maximum pour la direction E.-O. ou des parallèles. Cette erreur dépendant de la courbure des parallèles croît de l'équateur au pôle; mais, à la latitude de la Picardie et sur une surface limitée comme celle de cette région, elle ne dépasse nulle part, dans le cas le plus défavorable, environ 2 kilomètres aux extrémités de coupes longues de plus de 150 kilomètres.

Ces considérations m'engagèrent à prolonger les coupes tracées à travers le département de la Somme, jusqu'à la Flandre d'une part et jusqu'à la Seine de l'autre. Je trouvai tant de facilité à exécuter ce travail, que j'intercalai, dans les intervalles de ces lignes de premier ordre, ainsi tracées de 24 en 24 kilomètres environ et espacées sur les méridiens de 4 en 4 décigrades, des lignes de second ordre équidistantes de 8 kilomètres environ et espacées sur le méridien de 2 en 2 décigrades. J'intercalai même, sur certains points, des lignes de troisième ordre, équidistantes de 4 kilomètres environ et espacées sur les méridiens de décigrade en décigrade, par suite du tracé de ces deux derniers ordres de lignes par tous les points d'intersection des méridiens et des parallèles restés libres lors du tracé des lignes de premier ordre.

Comme ce système de tracé, très-commode pour couvrir rapidement une feuille de la Carte d'État-major et même plusieurs feuilles contiguës, de lignes sensiblement parallèles à une direction donnée, comporte néanmoins une erreur fort appréciable aux extrémités de lignes un peu longues, je me suis contenté de l'employer à titre d'approximation, pour suivre avec rapidité, à travers toute la Picardie, des lignes parallèles à la direction de la Basse-Oise.

D'un autre côté, le premier tracé à l'équerre des coupes de la Carte de la Somme n'étant pas exempt d'erreur, par suite du système de projection de la Carte de France, et surtout à cause du retrait très-

inégal du papier, j'ai été conduit à le rectifier en le calculant par points. Ce tracé rectifié ne diffère que fort peu du premier et même du tracé d'après le canevas dont je viens de parler.

Mon but n'est pas aujourd'hui d'entrer, au sujet de ces coupes (1), dans d'autres détails, que j'aurai prochainement l'honneur d'exposer devant la Société géologique, en lui présentant la Carte géologique du département de la Somme. J'ai seulement voulu expliquer les motifs qui m'avaient conduit à choisir pour le tracé de ces coupes une direction déterminée. Cette direction, orientée E. 38° N. à Amiens, m'a paru établie d'après des considérations dont je viens d'essayer de démontrer la valeur. Sachant même que les démonstrations de ce genre sont rarement acceptées comme convaincantes, sans pièces à l'appui, j'aurais attendu la présentation de la Carte géologique elle-même, pour les exposer, si quelques lignes que j'ai lues dans un des derniers numéros du *Bulletin* ne m'avaient appris qu'un observateur d'une grande autorité avait, de son côté, reconnu l'existence en Picardie d'une direction identique avec celle que j'avais moi-même admise.

En lisant les premières lignes de la note de M. Hébert (2), je vis que le système de plis S. O. - N. E. qu'il signalait se rapprochait beaucoup de celui que j'avais été conduit à adopter ; il était seulement un peu plus relevé vers le nord. Dans les quelques lignes qui suivent l'indication générale de la direction de ce système, le savant professeur donne les jalons qui déterminent les alignements de trois plis. Je pouvais donc suivre ces plis avec facilité sur les feuilles de l'État-major que j'avais, depuis deux ans, couvertes du réseau dont je viens de parler, et reconnaître immédiatement les écarts qu'ils pouvaient présenter avec la direction de mes lignes ; il me suffit de quelques minutes pour faire les constatations suivantes.

Le premier pli, de Pressagny-l'Orgueilleux à Cambrai, ne s'écarte du tracé d'après le canevas que de 13 kilomètres sur une longueur de 170 kilomètres environ. Une ligne partant du clocher de Pressagny viendrait aboutir, entre Haucourt et Selvigny, sur la lisière sud du bois de Saint-Aubert, à 13 kilomètres au S. S. O. de Cambrai. La direction de ce pli serait donc un peu plus relevée vers le nord d'environ 1° que celle que j'ai adoptée.

Le second pli, passant par Rouen, Aumale, Picquigny et Arras, coïncide exactement avec le tracé d'après le canevas. Une ligne partant du clocher même de Rouen passe par le clocher même d'Aumale, à 1 900 mètres seulement au N. O. du clocher de Picquigny, et vient

(1) Ces coupes, dressées en 1873-74, ont été communiquées en octobre 1874 au service de la *Carte géologique détaillée de la France*.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e sér., t. III, p. 579.

aboutir au faubourg Rouville à Arras. Sur une longueur de 152 kilomètres environ la coïncidence est complète. La direction de ce pli, qui passe très-près d'Amiens, serait donc exactement E. 38° N.

La ligne Arras-Rouen, ou plutôt E. d'Arras-E. de Rouen, dont j'ai parlé plus haut, peut donc être admise comme indiquant une des directions essentielles du sol de la Picardie, qu'elle traverse dans sa partie centrale.

Le troisième pli, passant à 10 kilomètres au sud de Fécamp, en mer au nord du Tréport, et aboutissant à Dennebrœucq, coïncide aussi, et de la manière la plus complète, avec le tracé d'après le canevas. Une ligne partant à 10 kilomètres au sud-est du clocher central de Fécamp, passant par Daubeuf-Serville, tombant en mer à l'embouchure du Dun, passant à 7 200 mètres au nord du clocher du Tréport, reprenant terre sur la rive droite et à l'embouchure même de la Somme, vient aboutir à Matringhem, seulement à 3 800 mètres au sud de Dennebrœucq et au point où commence l'affleurement primaire dont Dennebrœucq marque le centre. Je puis ajouter que cette ligne coïncide avec celle dont j'avais indiqué en 1863 les jalons Matringhem-Beurainville. Elle se trouve aussi être une des lignes de second ordre du réseau tracé d'après le canevas, et, par conséquent, elle passe à 8 kilomètres environ au nord-ouest d'une des lignes de premier ordre, qui se confond presque avec la coupe n° 1 de la Carte de la Somme, tracée suivant la base indiquée par la direction du littoral de Saint-Valery à l'est de Dieppe.

Le peu d'écart du premier pli de M. Hébert avec le tracé d'après mon système approximatif, la coïncidence absolue des second et troisième plis avec le tracé d'après le système que j'ai indiqué, prouvent que la direction des plis signalés par le savant professeur ne diffère pas de celle que j'ai adoptée pour les coupes de la Carte de la Somme. Ce n'est évidemment que par approximation que M. Hébert a indiqué la direction N. E., comme je viens d'ailleurs moi-même de désigner plusieurs fois, par abréviation, certaines orientations rapportées à des directions cardinales. Cette direction est seulement plus rapprochée du N. E. que de l'E. N. E., sa valeur exacte étant E. 38° N. à Amiens.

L'influence de cette direction se propage-t-elle au-delà de la Picardie, et est-elle, par exemple, sensible dans le détroit du Pas-de-Calais, comme le pense M. Hébert ?

C'est là une question que je n'aborderai, à mon tour, qu'avec réserve. Les savants qui ont discuté jusqu'à présent les conditions de percement du tunnel projeté n'ont eu à leur disposition que des matériaux bien insuffisants. Aussi, bien que l'on ait, à diverses reprises, tiré des

inductions du travail que j'ai publié en 1863 (1), j'aurais préféré continuer à garder le silence. Si je me trouve amené à formuler un avis, ce ne sera qu'en reconnaissant que les termes en seront ou incomplets ou inexacts, lorsque les résultats de l'exploration entreprise par MM. Potier et de Lapparent auront fourni les premières données positives sur la constitution géologique du détroit.

Cette direction se retrouverait dans une ligne tracée d'après le système dont j'ai parlé plus haut et rasant de très-près le littoral français du cap Gris-Nez à Sangatte. Elle se retrouverait aussi dans les sillons qui, sur le revers septentrional du Boulonnais, sont ouverts dans la Craie à *Micraster cor-testudinarium*. Elle ne s'écarterait pas de l'inclinaison N. E. indiquée par M. Chellonneix (2) pour la Craie du Blanc-Nez ; mais elle diffèrerait sensiblement de l'inclinaison E. indiquée par le même géologue et aussi par M. Potier (3).

Quant à la possibilité d'une rencontre de faille suivant cette direction, elle n'est encore fondée que sur une hypothèse de M. Hopkins relativement au Weald. J'aurai un peu plus loin l'occasion de revenir sur cette hypothèse discutée par M. Barrois (4).

Je dois, auparavant, rappeler, à mon tour, que c'est à une direction entièrement différente que l'on doit rapporter, dans le Nord de la France, tous les grands plis de la Craie suivant lesquels se sont opérées des fractures dans les parties où l'intensité du refoulement a été assez grande pour ramener au jour les assises les plus anciennes du terrain crétacé.

Ce système, dont il me reste à parler, a été le premier reconnu dans le Nord de la France. Il peut être défini comme formé par les deux grands plissements de l'Artois et du Bray, à partir de l'axe anticlinal de chacun desquels une série de plis secondaires détermine une succession d'axes alternativement synclinaux et anticlinaux, jusqu'à la rencontre du grand pli ou axe synclinal de la Basse-Somme.

La régularité et la symétrie pour ainsi dire géométriques des plis de la Craie de Picardie, de chaque côté de l'axe de la Basse-Somme, ne se retrouvent pas, de l'autre côté de la Manche, dans la Craie du Hampshire. Il semble que dans l'intervalle le faisceau des plis se soit resserré en s'infléchissant vers l'E. N. E.

Cette inflexion, assez prononcée jusqu'à l'axe anticlinal du Weald, qui correspond à l'axe de l'Artois, paraît aller en diminuant sur le

(1) Voir *Revue scientifique*, 2e sér., 4e ann., p. 1192 ; 1875 ; et, en dernier lieu, Barrois, *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. II, p. 110.

(2) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XXIX, p. 431.

(3) *Rev. scientif.*, 2e sér., 4e ann., p. 1120.

(4) *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. II, p. 110.

versant septentrional de cet axe, de telle sorte que la Craie présente sur le bord anglais du détroit une direction S. E.-N. O., très-voisine de la direction normale en Picardie.

Cette direction elle-même des grands plis longitudinaux de la Craie ne me paraissant pas encore fixée d'une façon incontestable pour la Picardie, j'ai essayé de m'en rendre compte. Entre la direction O. 40° N. primitivement proposée par Élie de Beaumont, et la direction O. 45 à 46° N. admise par M. de Lapparent pour le pays de Bray et voisine de celle à laquelle on peut rapporter les plis étudiés par M. Hébert, il y a un écart de 5° au moins.

L'axe de la Basse-Somme m'a paru offrir, par sa position intermédiaire entre les plis de l'Artois et du Bray, et par la symétrie qui règne sur chacun de ses côtés, une base convenablement choisie. J'ai constaté que la direction de cet axe est bien marquée par le cours de la Basse-Somme, depuis l'embouchure de cette rivière au Crotoy, en face de Saint-Valery, jusqu'à Amiens, vers le confluent de la Haute-Somme, puis de là par l'Avre jusqu'à son origine et, en entrant ensuite dans le bassin de l'Oise, par la Divette jusqu'à son confluent avec la Basse-Oise. L'orientation de cette ligne diffère très-peu de la direction O. 40° N. proposée par Élie de Beaumont pour l'Artois et le Bray. Cependant elle paraît plus rapprochée de l'ouest de 1 à 2°.

J'ai donc été conduit à admettre pour cette ligne une direction symétrique de celle qui m'a occupé au commencement de cette note; mais, au lieu d'un croisement rectangulaire, on aurait ici un croisement à angle obtus ou différant d'un angle droit d'environ 14°.

Serait-il permis de supposer qu'à la latitude de la Picardie on rencontrerait ainsi la manifestation d'une sorte de symétrie polaire dépendant de l'aplatissement du sphéroïde ? C'est là une question que je pose de nouveau, quoiqu'elle semble avoir été résolue dans un sens négatif par l'auteur de la *Notice sur les systèmes de montagnes* (1).

Sans insister davantage sur une hypothèse que je ne fais qu'énoncer, je dois ajouter que, conduit naturellement à faire de nouveau l'application, à cette direction provisoirement admise par moi, du mode de tracé approximatif que j'ai exposé au commencement de cette note, j'ai trouvé qu'elle s'accordait assez bien avec les grands plis longitudinaux de la Picardie, en admettant l'existence d'échelons assez fréquents.

Cette disposition en échelons s'accorderait avec le plissement transversal dont j'ai parlé d'abord, et annoncerait la possibilité de petites failles dans ce sens ou de rejets dérangeant la continuité des

(1) É. de Beaumont, *Not. sur les systèmes de montagnes*, t. III, p. 1244.

assises de craie partout où la flexibilité, cependant assez grande, de ces assises a dépassé sa limite.

J'ai déjà dit que ce plissement transversal paraît avoir été beaucoup plus serré que le plissement longitudinal ; mais il n'a nulle part déterminé de grands plis. Il y a donc lieu de croire que si les grandes fractures se présentent suivant les grands plis longitudinaux, on ne doit que rarement rencontrer des fractures d'une certaine importance suivant les petits plis transversaux.

En admettant même l'hypothèse de la rencontre d'une faille transversale, je crois qu'elle ne pourrait avoir assez d'importance pour ramener au niveau du tunnel des assises dangereuses, comme celles qui sont au-dessous de la Craie à *Holaster subglobosus*. Tant que la dénivellation s'arrêterait dans cette assise, rien ne prouve que sur les lèvres de la faille le contact ne serait pas à peu près aussi hermétique que dans les parties toujours plus ou moins fendues ou fissurées des assises de craie non fracturée.

Dans ce cas, les conditions du percement ne seraient peut-être pas très-différentes de celles que l'on rencontrera , si, par suite d'ondulations transversales fréquentes, on se trouve obligé de passer d'une assise de craie à une autre. Rien ne prouve, par exemple, que le passage de la Craie à *Inoceramus labiatus* à la Craie à *Holaster subglobosus* puisse s'effectuer sans danger.

Les deux directions dont il vient d'être question ne sont pas certainement les seules dont la Craie du Nord de la France porte l'empreinte. D'autres directions voisines de l'E. ou du N. N. E., et indiquées par les lignes du Primitif de Land's End et de l'Hécla d'Élie de Beaumont, qui se croisent au sud-ouest du détroit, sont au nombre de celles dont l'influence paraît s'être fait réellement sentir. Je n'aborderai pas ici l'examen de ces directions complexes et moins apparentes que celles des deux systèmes dont je viens, à mon tour, d'essayer de déterminer la valeur. Qu'il me soit permis, en terminant, de signaler une dernière particularité relative à la dernière de ces deux directions ; elle consiste en ce qu'une ligne tracée suivant le sytème de la Basse-Somme, d'après le procédé que j'ai exposé, et partant de la Chaussée, entre Saint-Pierre-les-Calais et Sangatte, vient aboutir, sur la côte anglaise, à la baie même de Saint-Margaret, en suivant de bien près le tracé du tunnel projeté.

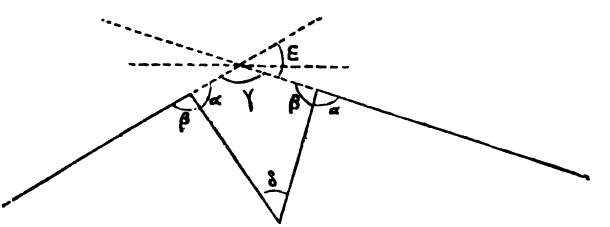
Stratigraphie de la montagne du **Môle**,
par M. Th. **Ébray**.

Nous avons vu dans nos notes précédentes sur les Voirons et le Salève (1), que des failles nombreuses, dirigées approximativement vers le nord, dessinaient les montagnes de la Haute-Savoie entre le Mont-Blanc et Genève. Nous avons montré que ce régime ne différait pas de celui que nous avions signalé dans la Nièvre, où les calcaires d'eau douce n'ont pas été sensiblement dérangés; ce fait prouve que les dislocations sont plus récentes à l'est qu'à l'ouest : vérité qui ressort d'ailleurs du mode de succession des lambeaux dont se compose l'écorce de la Terre.

Nous avons fait pressentir, en parlant du Petit-Salève, que les ruptures sud-nord n'étaient pas uniques, que déjà les grandes cluses du Haut-Rhône, de l'Arve, du Fier, de Moutiers, de la Maurienne et de Vizille, indiquaient qu'une autre cause de dislocation avait dû agir perpendiculairement à la première. Lors de la production des grandes failles, l'écorce ne s'est pas affaissée parallèlement à elle-même; il suffit de jeter les yeux sur les coupes longitudinales des lèvres des failles de la Nièvre, pour se convaincre que dans cette direction les couches forment une voûte surbaissée, dont la partie supérieure a été étirée. Il en est résulté des joints de rupture, et ce sont ces joints qui sont l'origine des cluses.

Nous avons vu que ce phénomène se reproduisait au Salève, et à propos du vallon de Monetier nous avons démontré que l'angle d'ouverture du vallon ou de la cluse était égal à la différence d'inclinaison des couches. Cette différence devient la somme quand les inclinaisons des couches sont en sens contraire, car (fig. 1), α étant l'angle que font

Fig. 1.



les couches avec l'un des versants du vallon, β l'angle qu'elles font

(1) *Étude stratigraphique des montagnes situées entre Genève et le Mont-Blanc*, *Bull.*, 4e sér., t. III, p. 601 ; *Stratigraphie du Mont Salève*, *Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 460.

avec l'autre versant, on a : $\gamma = 180^\circ - \varepsilon$; $\delta + \gamma = 180^\circ$; donc : $\delta = \varepsilon$. C'est la somme de l'inclinaison des couches.

Nous aurons l'occasion d'appliquer ce résultat aux escarpements qui forment le pied du Môle. Mais on conçoit bien, quoique la plus grande partie des cluses représente simplement des fentes agrandies, qu'il puisse en exister d'autres avec complication de failles. La vallée de l'Arve est dans ce cas, et si nous commençons par en faire connaître la disposition générale, ainsi que les autres phénomènes de dislocation qui commandent la structure du Môle, c'est pour initier de suite le lecteur à l'influence des grandes causes; il pourra ainsi, dans son esprit, y rapporter tous les détails de la stratigraphie de cette curieuse montagne, au fur et à mesure qu'ils se produiront, et, nous devons le dire de suite, ces détails sont nombreux et nous ne pourrons tous les mentionner. Les failles, bavures, structures en éventail, voûtes, brouillages, dénudations, éboulements, se succèdent sans interruption, demandant à l'observateur de les examiner à leur véritable point de vue.

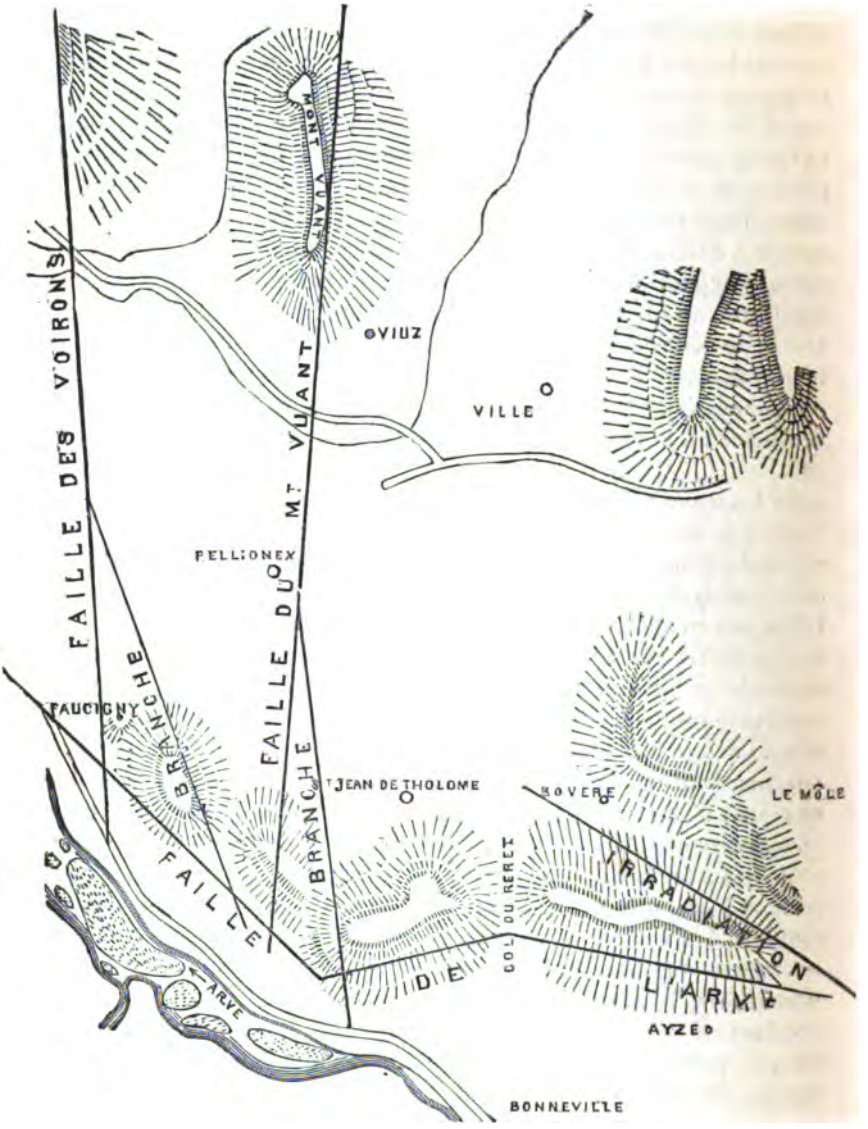
Du tracé des failles des Voirons, du Mont-Vuant et de l'Arve. — La figure 2 donne, d'après la Carte de l'État-major, l'orographie de la région du Môle et la direction des failles auxquelles la stratigraphie de cette montagne est subordonnée. Nous n'avons indiqué que les quatre failles principales. Il existe d'autres cassures qui ont pour origine des éboulements; ces cassures sont fort limitées en profondeur, bien que la grande épaisseur des dépôts d'éboulement empêche de constater avec exactitude jusqu'où ces lambeaux éboulés ont pu pénétrer en terre.

Nous avons déjà annoncé, à propos de la stratigraphie du Salève, que nous aurions aussi à constater au Môle des bavures, c'est-à-dire de grands éboulements produits au moment des grandes cassures ou postérieurement. Mais, tandis qu'au Salève, par suite d'une amorce de voûte qui a facilité les projections, les couches apparaissent dans une position à peu près verticale, on voit au Môle que ces éboulements se sont formés à l'instar d'une falaise qui tombe minée à son pied par les vagues. Ces lambeaux, ravinés dans leur partie inférieure par les intempéries, se sont affaissés un peu parallèlement à eux-mêmes, en simulant de véritables petites failles. D'autres massifs, détachés de grandes hauteurs réduites aujourd'hui par les dénudations, ont eu le temps et l'espace nécessaires pour se déranger dans leur chûte et s'appliquer verticalement contre l'escarpement.

Dans notre *Étude stratigraphique des montagnes situées entre Genève et le Mont-Blanc* (1), nous avons cherché à montrer que les Voirons

(1) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 601.

Fig. 2.



s'expliquent fort bien de la même façon que leur voisin, le Mont-Vuant, l'a été par M. Alph. Favre. Or, si l'on prolonge la direction de la faille des Voirons, elle passe au pied du château de Faucigny et sépare en cet endroit, comme aux Voirons, les étages jurassiques des terrains

tertiaires et quaternaires. Nous ne sommes donc pas surpris de trouver dans les *Recherches géologiques* de M. Alph. Favre (1) les lignes suivantes : « *Le terrain sur lequel repose le château de Faucigny est le prolongement des couches calcaires des Voirons, comme on le comprend en regardant sur la carte la direction de cette montagne.* »

L'excessif désordre que l'on remarque dans les couches qui supportent le château, et qui justifie l'assertion d'un de nos anciens maîtres : *L'écorce de la terre n'est qu'un amas de décombres,* permet de reconnaître, dans un espace des plus restreints, des couches presque verticales, des brouillages, des contournements, des failles secondaires, et c'est ce désordre réel qui a engagé M. Favre *(la présence de cette voûte imparfaite,* dit-il, *nous a fait supposer que cette structure se retrouve dans les Voirons)* à l'appliquer à la stratigraphie de cette dernière montagne.

Mais la cause de la remarquable analogie qui existe entre les Voirons et les environs de Faucigny, doit être recherchée, suivant nous, dans l'action de la faille des Voirons. Un coup d'œil jeté sur la figure 2 montre que la faille du Mont-Vuant, qui met le Trias en contact avec la Molasse, n'est pas tout à fait parallèle à celle des Voirons : ces deux failles convergent vers le sud, de telle sorte qu'à Faucigny elles ne sont plus distantes entre elles que de quelques cents mètres. Nous avons en outre vu que dans les pays de plaines on peut constater que les failles s'irradient avant de disparaître et simulent certaines fentes qui se produisent dans un carreau de vitre ou dans un étang gelé; les fentes se terminent souvent par un étoilement. La longue arête de la base du Môle se termine avant Faucigny par une série de dentelures qui doivent correspondre aux irradiations de la faille du Mont-Vuant.

Cette arête est coupée, d'un bout à l'autre, abruptement vers le sud, où se constatent des systèmes beaucoup plus récents (Tertiaire, Urgonien) ; ces apparitions anormales décèlent une troisième faille, dont la plus grande amplitude n'est pas à Faucigny, mais bien à Bonneville. Nous reviendrons sur cette grande faille (faille de l'Arve) quand il s'agira du col du Reret.

Se figure-t-on maintenant les laminages, les pressions irrégulières auxquels ont été soumises les couches de l'extrémité de cette arête qui constitue la base du Môle? Pouvons-nous concevoir l'espérance d'expliquer chaque changement d'inclinaison, chaque contournement constaté dans un massif de 400 mètres de longueur, disloqué par les irradiations de deux failles venant se couper au même point avec une

(1) T. I, p. 438.

troisième perpendiculaire aux deux premières? Nous ne le pensons pas et nous n'essayerons pas de le faire.

En se dirigeant vers l'est et en suivant la base du Môle, on voit l'inclinaison se régulariser peu à peu. Les couches se relèvent très-légèrement, de 9° environ, vers l'est. Ce redressement est anormal; car le régime général est un plongement N. E.

Au col même du Reret on voit une échancrure très-remarquable sous plusieurs rapports, et je ne saurais ici ne pas répéter les paroles de de Saussure, qui, à une époque où la géologie n'existait pas, a cependant vu exactement tant de choses: « *Vis à vis de la Bonneville ces mêmes escarpemens de la base du Môle présentent une grande échancrure qui paraît être le vuide qu'a laissé une montagne qui s'est anciennement écroulée. Il paraît même qu'elle était plus élevée que ses voisines; j'en juge par leurs couches qui montent à droite et à gauche contre le vuide qu'elle a laissé* (1). » M. A. Favre ajoute: « *De Saussure aurait été plus étonné encore, si on lui avait montré que dans cette localité les couches anciennes recouvrent en partie celles qui sont plus jeunes. En effet, au Reret, les couches oxfordiennes se trouvent sur celles qui sont indubitablement néocomiennes* (2). »

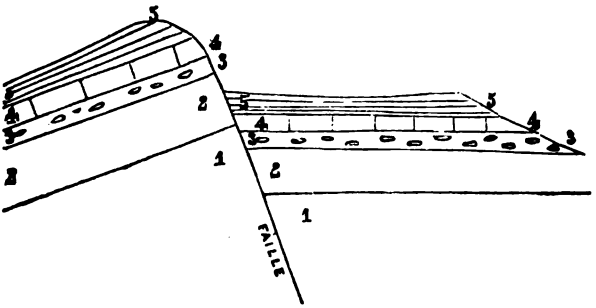
Nous verrons que les couches que M. A. Favre range dans le Néocomien sont oxfordiennes ou coralliennes, que les couches à *Terebratula janitor* reposent sur ces premières, et que le plateau de Penouclaire, au lieu d'être oxfordien, représente le Portlandien. Le grand escarpement disloqué surtout vers son extrémité est donc dans son ensemble parfaitement régulier.

De chaque côté du col du Reret les couches se redressent d'environ 9°; l'angle de la cluse devrait donc être de 18°; mais, au lieu d'une fente, ce col représente une vaste échancrure qui peut avoir 600 mètres de longueur entre les deux parois des massifs que l'on peut encore regarder comme étant en place. Cette échancrure est occupée par les débris grands et petits qui se projettent jusque vers la vallée. On voit notamment un grand prisme qui occupe le centre du col: ce prisme est un éboulis de l'escarpement ouest.

Ensuite commence, immédiatement après avoir dépassé le col, la série des bavures appliquées contre l'escarpement de la faille. On voit d'abord deux ou trois grands paquets placés dans une position irrégulière, mais dont les couches ne sont pas verticales. A la suite de ces premiers paquets, qui sont de véritables monticules, on remarque une bavure dont les bancs sont verticaux, comme au Salève (Voir fig. 4).

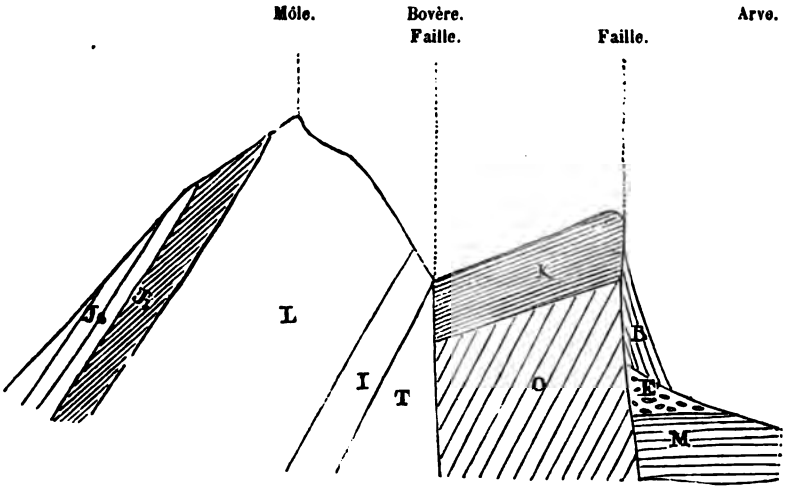
(1) *Voyages*, § 410.
(2) *Rech. géol.*, t. I, p. 443.

Fig. 3.



1. Oxfordien ou Corallien marneux à *Collyrites Friburgensis*.
2. Bancs réguliers, de 0m20 à 0m40, de calcaire noir, conchoïdal, contenant *Terebratula janitor, Ammonites subfimbriatus, Zamia* et *Otozamites* (Kimméridgien).
3. Poudingue.
4. Gros banc de dolomie grenue.
5. Calcaires lithographiques, bleuâtres dans la profondeur et blanchissant à la surface, avec *Aptychus latus, A. lamellosus,* Ammonites comprimées peu déterminables (probablement Portlandien).

Fig. 4.



T. Trias.
I. Infrà-lias.
L. Étages liasiques.
Ji. Jurassique inférieur et moyen.
Js Jurassique supérieur.

O. Oxfordien et Corallien.
K. Kimméridgien.
M. Molasse et grès.
E. Éboulis.
B. Bavures.

Cette série d'accidents s'observe avec assez de facilité du côté du grand escarpement de l'est.

Nous avons encore à signaler une petite faille située près d'une carrière à l'ouest du col; nous ne la mentionnons que parce qu'elle fait partie d'un système dont la coupe nous sera plus loin nécessaire (fig. 3).

Une autre faille plus importante coïncide avec la vallée de Bovère; elle met en contact le Trias et l'étage kimméridgien (fig. 4).

Étude des couches. — On sait que M. A. Favre considère les calcaires blancs qui supportent le château de Faucigny comme oxfordiens; il s'appuie sur la présence des *Aptychus lamellosus, A. latus* et *Ammonites plicatilis.*

Nous avouons que, si nous n'avions ici que les fossiles pour nous guider, nous serions très-perplexe : les *Aptychus lamellosus* et *A. latus* existent à plusieurs niveaux, et l'*Ammonites plicatilis* du château de Faucigny est en général déformé et écrasé. Pour nous, ces couches sont portlandiennes, parce qu'elles reposent sur des calcaires lithographiques foncés, qui contiennent la *Terebratula janitor* et des *Zamia* identiques avec les *Zamia* de Cérin. Ces fossiles nous font considérer ces calcaires comme les équivalents de ceux de la Porte-de-France et de Talloires. Ils reposent, depuis Faucigny jusqu'au Reret, sur une formation qui contient l'*Ammonites transitorius* et le *Collyrites Friburgensis :* cette formation occupe la base de tout l'escarpement et remonte jusqu'au col du Reret. Les deux espèces que nous venons d'y citer nous autorisent à la considérer comme corallienne, peut-être même comme oxfordienne. En présence de l'état de la question, nous ne voulons pas aujourd'hui préciser davantage; ce serait inutile et prématuré.

A l'ouest du col du Reret il existe une carrière fort intéressante, dont la figure 3 reproduit la coupe. Sur les marnes corallo-oxfordiennes reposent les calcaires lithographiques noirs, à *Terebratula janitor* et *Zamia Feneonis.* Ils sont surmontés par un poudingue ou une brèche à éléments fortement cimentés, qui fournit un marbre agréable à l'œil. Sur cette brèche repose un gros banc de dolomie grenue, et le tout est couronné par les calcaires blanchâtres, qui s'affaissent lentement et irrégulièrement jusqu'à Faucigny.

Si nous considérons les failles comme un phénomène normal, l'escarpement de la base du Môle ne présente rien d'extraordinaire; il n'offre ni renversements en grand, ni contournements excessifs. Dans ce désordre, plus apparent que réel, tout est régulier et conforme aux lois de la stratigraphie. L'énoncé de de Saussure : « *L'échancrure du Reret est le vide laissé par une montagne plus élevée qui s'est écroulée* », est donc vrai en tous points.

La montagne s'est écroulée d'autant plus facilement qu'elle a été soumise à trois causes de destruction :

1° Situation sur la région anticlinale coïncidant avec des fissures dues au bombement;

2° Point de plus grande altitude;

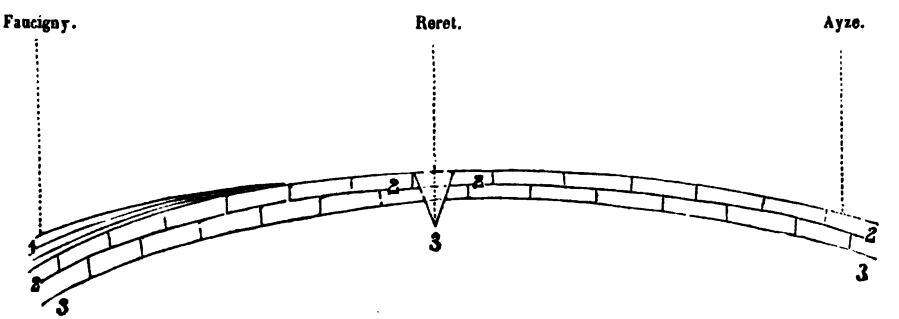
3° Superposition de cette montagne à un massif marneux.

En résumé, la base du Môle et le Salève ne forment qu'un seul phénomène; cette arête disparaît dans la faille des Voirons, comme le Petit-Salève disparaît à Étrembières dans la faille de l'Arve.

Le vallon de Monetier au Salève correspond au col du Reret du Môle, avec cette seule différence que dans le premier cas l'angle théorique de l'ouverture est de 15°, dans le second de 18°; dans l'un il est la différence, dans l'autre la somme des angles des inclinaisons des couches.

La base du Môle réduite à sa plus simple expression est donc représentée par la figure 5.

Fig. 5.



1. Portlandien.
2. Kimméridgien.
3. Corallo-oxfordien.

La pyramide du Môle est beaucoup moins bouleversée que la base, qu'elle semble avoir écrasée de son poids. Les fossiles énumérés dans l'ouvrage de M. A. Favre, joints à l'examen des pentes, permettent de déterminer les inclinaisons et les étages. Nous avons cependant rencontré dans un ravin qui débouche vis-à-vis de Saint-Jeoire, de nombreux exemplaires d'*Echinospatangus cordiformis*. Le Jurassique supérieur du versant nord serait-il flanqué de quelques couches néocomiennes? Ou bien ces débris seraient-ils erratiques?

Remarques sur la Note de M. **Douvillé** *sur le* **système du Sancerrois** (1),

par M. Th. **Ébray.**

M. Douvillé rappelle dans sa note, que j'ai démontré que « les sables à silex de M. Raulin (colline de Sancerre) représentaient en réalité le prolongement vers le sud des Poudingues de Nemours, » et aussi que « le relèvement du Sancerrois ne présentait pas d'axe anticlinal et était en réalité dû à l'action de la faille de Sancerre, cette faille elle-même se rattachant à un système de failles parallèles » dont j'ai donné la description.

Mais notre confrère n'est pas d'accord avec moi sur l'époque de la production des failles du Nivernais. Il avoue qu'« il est possible que les phénomènes éruptifs qui sont intervenus dans la formation de l'Argile à silex éocène, soient subordonnés à des failles dépendant du système du Sancerrois ; » *mais dans ce cas il faut supposer qu'il est probable, sinon certain, que ces failles existaient avant le dépôt de cette formation éocène.*

L'altitude élevée des Poudingues de Nemours à La Motte d'Humbligny ne prouve absolument rien quand on admet, avec la grande majorité des géologues, l'existence de puissantes dénudations post-crétacées, qui ont dû déposer des matériaux de transport, c'est-à-dire des conglomérats, des sables et des argiles, à des altitudes fort diverses.

Le fait qui domine la question est la remarquable constance de l'altitude des lambeaux du calcaire d'eau douce de la Nièvre que j'énumère dans mes *Études géologiques ;* cette constance prouve qu'ils n'ont pas été déplacés en grand par le système de failles qui nous occupe. Cela devient évident quand on observe les différences énormes d'altitude des lambeaux des terrains jurassiques et crétacés affectés par ces dislocations.

Je n'ai cependant pas méconnu certaines inclinaisons du calcaire d'eau douce du Sud du département, puisque je dis (2) : « *Il est vrai que l'on constate vers le Sud du réseau quelques couches disloquées de calcaire d'eau douce ; mais ces dislocations n'étant que partielles et n'ayant pas dérangé les altitudes de ce terrain, il y a lieu de supposer que ce dernier s'est déposé après la production du grand réseau des failles du Morvan, et qu'il a été faiblement atteint par le contre-coup*

(1) *Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 104.
(2) *Études géologiques sur le dép. de la Nièvre*, p. 148.

des efforts dûs à la sortie des roches basaltiques (aujourd'hui je dis : atteint par le contre-coup des efforts qui ont produit les fentes ayant servi de cheminées d'éruption pour les basaltes). »

En écrivant ces lignes, je me suis rappelé que l'absolu est souvent l'erreur.

Si donc l'altitude régulière et uniforme des lambeaux du calcaire d'eau douce du Nivernais prouve qu'ils n'ont pas été dérangés en grand, on peut admettre que les perturbations qui ont plus tard si fortement disloqué les grès éocènes et la molasse, ont dû nécessairement réagir sur les ruptures plus anciennes. La théorie du mécanisme de la production des failles situées entre le Morvan et le Mont-Blanc rend compte de ce qui a pu se produire; mais il y aurait bien de la présomption à vouloir déterminer d'une manière précise la vitesse de la propagation des ruptures qui se sont évidemment succédées de l'ouest à l'est.

Pour M. Douvillé le réseau des failles du Sancerrois constitue le système du soulèvement du Sancerrois, basé, comme je l'ai montré et comme notre confrère paraît l'admettre, sur une erreur d'optique. Cependant l'élément principal de ce réseau, qui n'a rien soulevé, passe au pied du Morvan et non à Sancerre; il remplace le système de soulèvement du Morvan, basé, lui aussi, sur une illusion. Cette substitution de nom n'est donc point rationnelle.

En résumé, le réseau des failles du Nivernais, tel que je l'ai décrit, ne constitue pas un système de soulèvement, et il se substitue à deux illusions : le système du Morvan et celui du Sancerrois.

*Quelques mots sur la rivière d'*Ain *et le* Jura *à l'époque* miocène,

par M. Tardy.

Dans ma note sur les *Glaciers miocènes en Bresse* (1), j'ai signalé un dépôt erratique reposant sur le mamelon molassique de Varambon. Ce dépôt de cailloux semble nous révéler l'existence à cet âge d'agents analogues à ceux qui ont produit les dépôts erratiques quaternaires.

Avec lui paraît se terminer, en Bresse, la série des couches marines, dont la plus élevée ne dépasse pas 300 mètres d'altitude. On peut en conclure qu'à cette époque les eaux de la mer miocène ne s'élevaient en Bresse que de fort peu au-dessus de ce niveau.

Les couches miocènes, formées de sables fins ou grossiers, renfer-

(1) *Suprà*, p. 184.

mant quelques dents de Squales, sont stratifiées et buttent contre les falaises jurassiques, avec de fortes inclinaisons qui ne diffèrent pas de celles que prennent les dépôts qui se font dans des eaux très-profondes. Rien dans leur situation ne révèle une dénivellation postérieure; aussi serait-il difficile d'expliquer la disposition en voûte très-surbaissée des assises de Varambon, si l'orographie du Jura miocène ne venait à notre aide.

Nulle part, en effet, entre la Bresse et une ligne qui passe à l'est de Nantua et qui suit l'une des grandes failles de la chaîne du Jura, on ne trouve de dépôt molassique. Ce fait, établi par les travaux de M. É. Benoît, nous prouve que cette région était émergée et que peut-être ses eaux pluviales s'écoulaient, comme aujourd'hui, par la rivière d'Ain.

Dans cette hypothèse, la butte de Varambon est facilement explicable : c'est la barre du fleuve dans la mer miocène. La disposition des assises, les alternances de lits de grès et de sables offrant toujours la même courbure, tout concourt à nous rappeler le cordon littoral de la Méditerranée, que la Société a étudié en 1868 auprès de Montpellier. La présence, à l'extérieur de sa barre, d'un faible bourrelet est encore une preuve de cette origine.

Cette barre formait un vaste demi-cercle autour de l'embouchure. Elle est à deux kilomètres de Pont-d'Ain. Sur la rive droite, à l'ouest, à deux kilomètres également, elle devait rejoindre un autre attérissement où M. Falsan dit avoir trouvé quelques fossiles. Cet attérissement de molasse, visible au sommet de la route, près du pont du Suran, à un kilomètre de la gare de Pont-d'Ain, est indiqué dans les *Études* de M. Falsan *sur la position stratigraphique des tufs de Meximieux*. Sur la rive gauche, à l'est, on retrouve encore des attérissements de molasse vers les embouchures du fleuve et dans son estuaire.

Dans son ouvrage sur *Les Villes mortes du golfe de Lyon*, M. Lenthéric nous montre (p. 35) comment les alluvions du fleuve, en arrivant dans la mer, s'y déposent en un bourrelet courbe, « dont la convexité est naturellement tournée vers la mer ».

Si la mer est sans marée, cette barre s'élève, comme les Theys du Rhône actuel, presque à fleur d'eau, et, divisant le courant en deux bras, elle forme bientôt une île qui sert d'origine à un delta. Si, au contraire, la mer a des marées, la barre est constamment rasée au-dessous du niveau de la mer et ne peut former que rarement un delta. Dans ce cas, si la côte est une falaise facile à entamer, les vagues rongent la côte et la nivellent en une surface qui plonge insensiblement sous les eaux de la mer.

C'est sous ce dernier aspect que se présentent la barre de l'Ain et le

vaste cap triangulaire de la rive gauche de cette rivière. Ce cap forme entre Soblay et l'Ain, de Neuville à Pont-d'Ain, une vaste plaine inclinée vers le sud, dont l'altitude est de 300 mètres au bord de la Bresse et de 309 au pied de la chaîne dont elle est la suite. La barre de l'Ain ne semble pas avoir donné naissance à un delta. Nous pourrions donc presque en conclure que la mer des molasses de la Bresse était une mer à marées, et que les tempêtes attaquaient de front l'embouchure de l'Ain. Ce dernier fait, si en accord avec la climatologie actuelle de notre région, porte à penser que la circulation générale de l'atmosphère ne s'est pas modifiée depuis l'époque miocène.

Conformément aux conclusions de M. Lenthéric, c'est aux plateaux émergés du Jura que l'Ain miocène a dû prendre les matériaux qu'il a déposés dans sa barre et dans son estuaire. Ces dépôts sont très-chargés de calcaire, mais le mica y abonde aussi. L'absence du mica dans les diverses roches sédimentaires des régions isolées des massifs granitiques, prouve que ce minéral est un produit spécial aux roches primitives ou à leurs congénères; ces roches n'existent pas en place dans les montagnes du Jura; le mica charrié par l'Ain miocène provient donc, soit de roches erratiques en décomposition, soit des molasses anciennes. Les roches jurassiques ne renferment pas du tout de mica. Les roches crétacées découvertes à Lains par le Frère Ogérien et à Leyssard par M. Benoît (1) contiennent un lit mince de sable qui, au dire de M. Benoît, est un peu micacé. Faut-il croire que c'est à ce seul gisement, disloqué au début de l'époque tertiaire, que l'Ain aurait enlevé tout le mica qu'il a charrié? Je ne le pense pas; car M. Falsan (2) place les fossiles de la barre de l'Ain au niveau de Cabrières-d'Aigues, au-dessus des grès à *Pecten scabrellus*, qui terminent, à la source actuelle de l'Ain, la série des molasses du Jura. En effet, dans la chaîne de l'est, celle qui est la plus haute et aussi la plus récente, à La Ferté, dans le val de Saint-Laurent-Grand-Vaux, M. Benoît indique comme derniers dépôts des grès coquilliers à *Pecten scabrellus* et *P. Burdigalensis* (3). Le Frère Ogérien, dans son *Histoire naturelle du Jura* (p. 472), signale aussi ce dépôt comme s'étendant dans toute la vallée de Saint-Laurent-Grand-Vaux, où l'Ain prend actuellement sa source.

D'après les fossiles de La Ferté cités par M. Benoît et ceux qu'il indique du bassin du Rhône et des Usses (4), les assises du Grand-

(1) *Note sur la découverte de la Craie dans le département de l'Ain, Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 114; 1858.

(2) *Op. cit.*, tableau représentatif.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 379; 1859.

(4) *Bull.*, 3e sér., t. III, p. 436; 1876.

Vaux correspondraient aux molasses bleues et aux grès coquilliers du Rhône, au *Muschelsandstein* des *Tableaux* de M. Renevier. Au-dessus se trouve, d'après M. Benoît, les molasses sableuses de la plaine, qui ne renferment plus que des *débris de Peignes, d'Huîtres et de Bryozoaires*. Ces dernières couches ne pénètrent déjà plus dans le Jura et sont immédiatement recouvertes par la série des molasses lacustres à Mastodontes et à lignites. Les eaux dans lesquelles se sont formés ces premiers dépôts lacustres ont nécessairement constitué un Rhône miocène, qui, au débouché des gorges ou des vallées du Bugey, a dû donner naissance à une barre. C'est sans doute cette origine qu'il convient d'attribuer aux grès tendres qui constituent la majeure partie de la colline située à l'ouest de Lagnieu, en face des gorges du Rhône.

Cette colline offre du reste les plus grandes analogies avec la barre d'un fleuve; elle est courbe et sa concavité est tournée vers la vallée d'où devait venir le fleuve; elle est isolée à ses deux extrémités. Cet isolement est un des caractères qui distinguent la barre d'un fleuve d'une moraine glaciaire; en effet la moraine frontale est toujours le prolongement d'une des moraines latérales du glacier, sauf peut-être dans des cas très-rares; mais même dans ces cas, un bourrelet médian à la vallée vient dénoter l'origine morainique. A Lagnieu rien de semblable; un faible manteau de terrain erratique rappelle celui de Varambon, qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, termine la série marine de la Bresse.

Ces deux barres de l'Ain et du Rhône, placées dans les mêmes conditions d'altitude, sous les mêmes dépôts, et fort voisines l'une de l'autre, ne peuvent guère être d'âge différent. En effet, toutes deux supposent l'existence de la mer dans la Bresse. Celle du Rhône demande de plus la cessation du régime maritime dans le bassin des Usses; elle est donc nécessairement comprise entre la dernière couche marine des Usses et la première couche lacustre de la Bresse. Or M. Falsan n'indique entre les couches à *Pecten scabrellus* et les premières assises lacustres que les couches de Cabrières-d'Aigues, équivalents des molasses de la barre de l'Ain. Les deux barres de l'Ain et du Rhône sont donc contemporaines. Or celle du Rhône, par ce fait même qu'elle demande l'établissement du régime lacustre dans le bassin des Usses, est postérieure à l'émersion des molasses à *Pecten scabrellus* de Saint-Laurent-Grand-Vaux. On peut donc penser que ces molasses ont été l'une des sources auxquelles l'Ain a emprunté le mica qu'il a si abondamment déposé dans sa barre et dans son estuaire.

Dans cet ordre d'idées, nous sommes naturellement conduits à admettre que le soulèvement du val de Saint-Laurent et de la chaîne

Est du Jura dont il fait partie, a eu lieu à l'époque des molasses sableuses des Usses, ou molasses de la plaine suisse, qui ne renferment dans le bassin du Rhône, d'après M. Benoît, que « peu de fossiles, seulement quelques débris de Peignes, d'Huîtres, de Bryozoaires, des dents de Poissons, etc., de la faune précédente (1) ». Ce dépôt, par ses caractères négatifs, peut bien correspondre à un changement orographique; il ne peut donc pas être un obstacle à l'admission de ce changement, qui se place si exactement entre les dépôts à *Pecten scabrellus* et les molasses lacustres à Mastodontes.

En résumé, tandis que dans la chaîne orientale du Jura, à Saint-Laurent-Grand-Vaux, il se déposait des molasses micacées à *Pecten scabrellus*, aucun dépôt ne se formait dans les deux chaînes occidentale et centrale, émergées depuis longtemps.

Il y eut ensuite soulèvement de la chaîne orientale et dépôt, dans la plaine du Rhône et des Usses, des molasses sableuses, à débris de fossiles, qui terminent à l'est du Jura la série des formations marines de la Savoie et de la Suisse. Ce soulèvement de la chaîne orientale du Jura a donné à ce massif montagneux son orographie actuelle.

En raison de cette orographie, l'Ain, tel que nous le connaissons aujourd'hui, fut créé : il prenait sa source au milieu des molasses du Grand-Vaux et en charriait les éléments micacés jusqu'à son embouchure dans la Bresse, qui était encore occupée par la mer. Cette mer avait sa plage à 300 mètres au-dessus du niveau des mers actuelles, sur une ligne qui est aujourd'hui encore horizontale au pied du Jura. A cette époque le régime lacustre avait déjà débuté dans les plaines de la Suisse et de la Savoie, et les eaux fournies par ces marais s'écoulaient par la vallée du Rhône. Ces deux cours d'eau, le Rhône et l'Ain, formèrent ainsi chacun une barre à leur embouchure dans la mer de la Bresse : l'une à Lagnieu, l'autre à Varambon, au pont du Suran et à Jujurieux.

Sur la fin de cette époque, un dépôt erratique se forma sur les barres du Rhône et de l'Ain ; ce dépôt termine la série marine.

C'est alors que commence la série lacustre de la Bresse, qu'on peut diviser en deux parties symétriques, renfermant chacune des marnes à lignites à la base, des tufs et des sables à la partie supérieure. Les dernières assises seront ensuite ravinées par les torrents de la fin de l'époque pliocène, qui produiront l'orographie actuelle.

(1) *Op. cit.*, p. 449.

	D'après les travaux de divers auteurs.	HAUTERIVE, COMBESSE, TERSANNES-LES-PONÇONS (d'après M. Falsan).	MEXIMIEUX, MOLLON, GEVRIEUX, VARAMBON, SOBLAY (BRESSE) (d'après M. Falsan).	BRESSE et JURA.	SAINT-LAURENT-GRAND-VAUX (d'après M. Benoît).	BASSIN DU RHONE ET DES USSES (d'après M. Benoît).
	Série de Montpellier à *Ostrea undata*.	Molasses et sables d'eau douce à *Mastodon dissimilis*.	Tuf ou travertin calcaire à *Helix Collongeoni* (Meximieux).	Sables de Mollon.		
9	puis à *Potamides Basteroti*.	Marnes grises d'eau douce à *Helix Collongeoni* et *Clausilia Terveri*.	Marnes grises à *Clausilia Terveri*.	» ?		
			Marnes à Mélanopsides (Mollon).	»		
	Limon rouge de Cucuron (Mont Léberon).	Lignites et marnes : dents d'*Hystrix*, de *Sus*; caractères transitoires entre le Miocène et le Pliocène.	Lignites et marnes à *Melanopsis buccinoidea*, var. *minuta*.	»		
8		Sables d'eau douce et cailloux.	Sables d'eau douce et cailloux.	Erratique de Varambon.		
7	Cabrières-d'Aigues, Visan.	Molasse marine et sables à *Nassa Michaudi*, *Balanus sulcatus*.	Molasse et sables marins à *Balanus*, *Lamna*, *Hipparion*, *Dinotherium*.	Barres de l'Ain et du Rhône dans la mer; dépôts de l'estuaire de l'Ain.		Molasse d'eau douce à lignites et à *Mastodon angustidens*.
				Soulèvement du Grand-Vaux et de toute la chaîne orientale du Jura.		Molasse sableuse à débris de fossiles de la faune précédente.
6	Molasse de Cucuron.			Barre de l'Ain à Priay dans la mer.	Molasse à *Pecten scabrellus*, *P. nisus*, *P. Burdigalensis*, *Ostrea crispata*.	Grès coquilliers à *Pecten scabrellus*, *P. nisus*, *Ostrea crispata*, etc.
						Molasse grise.
				Helix Ramondi de Coligny.		Molasse bleue.
4				Conglomérat de Sanciat ?		Conglomérat local.

Une variété de **puits** *dans la* **Craie** *du* **Pas-de-Calais**, par M. **Tardy**.

Aux divers accidents déjà signalés aux ingénieurs chargés de l'étude souterraine du Pas-de-Calais : plissements, failles, alignements de fractures, puits remplis de cailloux diluviens, etc., il convient d'en ajouter un autre, sur lequel M. de Cossigny a déjà appelé l'attention de la Société et qui résulte de fractures profondes.

Il s'agit de cavités naturelles intérieures, qui se propagent de bas en haut, par dégradation lente de la voûte ; le résultat final est un puits qui n'est pas toujours vertical et qui est rempli par la roche encaissante devenue meuble.

En 1862 j'ai vu un puits de ce genre qui s'ouvrait au bas de la haute falaise qui se dresse au sud-ouest du port de Dieppe. Ce puits, de plusieurs mètres de diamètre, était presque entièrement vide et laissait voir le ciel à travers toute l'épaisseur de la falaise. La mer avait enlevé la craie meuble qui le remplissait, mais un témoin de ce remplissage formait encore talus au pied de la paroi du puits faisant face à la mer.

Observations sur les **terrains primaires** *du* **Nord** *du département d'*Ille-et-Vilaine *et de quelques autres parties du* **massif breton**,

par MM. Gaston **de Tromelin** et Paul **Lebesconte**.

I. Introduction. — II. Terrains cambrien et silurien. — III. Observations relatives à quelques espèces des grès siluriens. — IV. Faune troisième silurienne du département d'Ille-et-Vilaine. — V. Faune des calcaires d'Erbray (Loire-Inférieure). — VI. Terrains dévonien et carbonifère. — VII. Conclusions.

I. Introduction.

Le bassin paléozoïque de Rennes, le plus considérable de ceux de l'Ouest de la France, se divise en deux parties bien distinctes, séparées par une vaste étendue de schistes cambriens. Nous avons déjà brièvement établi (1) la succession des assises dans la partie méridionale, cette succession étant la même dans le Sud du département d'Ille-

(1) *Association Française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Nantes* (1875), p. 601 à 661 et 683 à 687.

et-Vilaine que dans l'Anjou, la Loire-Inférieure et le Morbihan. Dans le présent travail nous signalerons quelques faits nouveaux, relatifs à la géologie d'ensemble du massif armoricain; mais, comme dans nos publications antérieures nous avions presque complétement laissé de côté l'exposé de nos recherches dans la partie septentrionale d'Ille-et-Vilaine, ce sont les terrains de cette portion de la Bretagne que nous nous proposons principalement de faire connaître aujourd'hui.

M. Delage a, de son côté, dans une étude parue récemment (1), exposé sur la même région des idées qui ne concordent pas toujours avec les nôtres. D'ailleurs, par suite des très-nombreux bouleversements du sol, les études stratigraphiques y sont d'une extrême difficulté; malgré les explorations multipliées que nous avons faites pour arriver à en démêler la structure, nous ne pensons pas encore être arrivés à des résultats assez complets pour que nous jugions à propos d'entrer dans de longs détails. Nous nous réservons de le faire ultérieurement, en apportant la série des coupes relevées à l'appui de nos vues : aussi invoquerons-nous principalement dans notre travail actuel les arguments paléontologiques et des études déjà faites dans d'autres parties de la Bretagne. En effet, la région au nord de Rennes est peut-être la plus inextricable de tout le massif armoricain, et nulle part, depuis le Bocage Vendéen jusqu'à la pointe de la Hague, et depuis le Finistère jusqu'à l'Anjou, il ne se présente autant de difficultés de détail.

Les assises paléozoïques de ce pays, supérieures au terrain *cambrien*, appartiennent au terrrain *silurien*, au terrain *dévonien*, au *calcaire carbonifère* et au terrain *houiller* (2). Leur ensemble forme une bande,

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. III, p. 368.

(2) Comme documents intéressant la géologie et la paléontologie de cette région, on peut consulter les travaux de Boblaye, Blavier, Dufrénoy, M. Rouault, de Verneuil, Dalimier, etc.; les *Coupes du chemin de fer du Mans à Brest*; de Fourcy : *Carte géologique des Côtes-du-Nord*, 1844; H. Rendu : *Étude sur les terrains des environs de Rennes dans leurs rapports avec la végétation*, 1866; Tournouër : *Sur les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes et de Dinan, en Bretagne, et particulièrement sur la présence de l'étage des sables de Fontainebleau aux environs de Rennes, Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XXV, p. 367, 1868; *Sur quelques coquilles oligocènes des environs de Rennes, Id.*, 2e sér., t. XXIX, p. 481, 1872; de Limur : *Sur la Gieseckite, les Kersantons et la lithologie des environs de Vannes, Id.*, 3e sér., t. I, p. 166, 1873; G. de Tromelin : *Lettre à M. Guillier sur le terrain silurien de la Sarthe, Bull. Soc. Agr. Sarthe*, t. XXII, p. 582, 1873-74; G. de Tromelin et P. Lebesconte : *Note sur quelques Fossiles des grès siluriens de Saint-Germain-sur-Ille, La Bouexière, Champeaux, etc. (Ille-et-Vilaine)*, 1875; Delage : *Étude sur les terrains silurien et dévonien du Nord du département d'Ille-et-Vilaine, Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. III, p. 368, 1875; Zeiller : *Note sur quelques troncs de Fougères fossiles, Id.*, 3e sér., t. III, p. 574, 1875; Sauvage : *Note sur le genre* Nummopalatus, etc., *Id.*, 3e sér., t. III, p. 613, 1875; *Note sur les Poissons fossiles, Id.*, 3e sér., t. III, p. 631, 1875; G. Le Goarant de Tromelin et

dont la largeur, de douze cents mètres à peine aux limites des Côtes-du-Nord, augmente vers l'est, pour atteindre environ vingt kilomètres à la longitude de Vitré et en entrant dans le Maine.

La présence du *grès de Saint-Germain-sur-Ille* et le développement du terrain *dévonien* constituent les principaux faits géologiques de cette région. Nous attribuons le *grès de Saint-Germain* à la *Faune seconde silurienne* et non au terrain dévonien ; c'est là le principal point en discussion. Nous avons exposé ailleurs diverses considérations à l'appui de notre thèse ; nous ne les reproduirons pas ici, afin d'éviter les redites ; nous prions le lecteur de vouloir bien s'y reporter et de consulter les listes des fossiles que nous avons déterminés. Il ne s'agit pas de la classification de couches de passage, mais bien de la distinction à établir entre divers grès très-fossilifères, fort éloignés dans la série, puisqu'ils sont séparés par toute la hauteur occupée par la Faune troisième. Dès lors la lumière ne saurait tarder à se faire, d'autant plus que les grès, en Bretagne, sont relativement faciles à étudier, les dénudations les ayant peu affectés, et leur surface étant moins masquée par la végétation que celle des schistes et des calcaires.

II. Terrains cambrien et silurien.

Lorsque l'on se dirige de la plaine de Rennes vers le nord, on constate que le sous-sol est formé de schistes cambriens, avec quelques bancs de quartzites, de poudingues, de grauwackes et de calcaires du même âge, recouverts par places de dépôts tertiaires et quaternaires. Cette plaine ne présente que de faibles reliefs dûs aux porphyres et aux diorites.

Aucun débris organique n'avait, jusqu'à présent, été rencontré dans les schistes de Rennes ; mais nous avons réussi à découvrir des fossiles dans les schistes de la carrière du Cerisier, près Néant (Morbihan), orientés 0.20°S. Quelques-unes des formes les plus distinctes paraissent offrir des rapports avec les *Oldhamia?;* mais nous ne faisons ce

P. Lebesconte : *Essai d'un Catalogue raisonné des Fossiles siluriens des départements de Maine-et-Loire, de la Loire-Inférieure et du Morbihan, avec des Observations sur les terrains paléozoïques de l'Ouest de la France, Ass. Franç. p. l'avanc. Sciences, Congr. Nantes* (1875), p. 601, 1876 ; *Présentation de Fossiles paléozoïques du département d'Ille-et-Vilaine et Note additionnelle sur la Faune silurienne de l'Ouest de la France, Ibid.*, p. 683, 1876 ; G. de Tromelin : *Étude de la Faune du grès silurien de May, Jurques, Campandré, Mont-Robert, etc. (Calvados), avec des Observations sur divers fossiles paléozoïques de l'Ouest de la France, Bull. Soc. Linn. Normandie*, 3e sér., t. I, p. 5, 1876 ; de Limur : *Description du massif breton. Mém. Soc. Émul. Côtes-du-Nord*, 1876 ; enfin la Carte géologique manuscrite de Durocher, dont de nombreuses copies ont été répandues et ses divers autres travaux.

rapprochement qu'avec de très-grands doutes et peut-être à tort, car elles pourraient appartenir à des Algues. D'autres rappellent des traces d'Annélides arénicoles (*Arenicolites Kenta*, Trom., Lebesc.), et nous avons retrouvé cette dernière forme dans les schistes de la carrière de Choiseul, au sud du bourg d'Amanlis (Ille-et-Vilaine).

C'est à cet étage qu'appartient le calcaire magnésien découvert par M. Éloy, ingénieur de la mine de Pontpéan; on a cru y reconnaître des Bilobites, mais ce sont des apparences produites par le gauffrage de lits de schistes intercalés. Le calcaire de Saint-Thurial et celui des Mesliers, près du même bourg, sont également cambriens, ainsi que ceux du Haut-Coudray au nord de Corps-Nuds, d'Ernou au sud de Vern, d'Amanlis, où le calcaire est supporté par un banc gréseux, et de l'est de Domagné. C'est l'équivalent des calcaires magnésifères de Bahais, La Meauffe, Tessy, etc. (Manche), de ceux d'Evron (Mayenne) et des environs de Sillé et de Neuvillette (Sarthe).

Les calcaires du Bois-David près Saint-Jacut et surtout ceux de Keroffret au sud de Quistinic (Morbihan) paraissent aussi appartenir à cet étage. L'âge de celui de Cartravers près Harmoët (Côtes-du-Nord) est encore indéterminé (1).

Il n'est pas inutile de déclarer que nous appliquons le nom de terrain *cambrien* aux couches que nous considérons comme synchroniques des deux divisions du Longmynd dans les Iles Britanniques et de l'étage B de Bohême, à *Arenicolites sparsus*, Salt. Tant que la Faune primordiale de M. Barrande n'aura pas été rencontrée en Bretagne, la limite restera indécise entre les terrains silurien et cambrien. Malheureusement toutes les recherches faites pour découvrir cette intéressante faune ont été infructueuses jusqu'à présent.

Les *poudingues pourprés* et les *schistes rouges*, qui dans la région méridionale d'Ille-et-Vilaine séparent le terrain cambrien du *grès armoricain*, ne sont pas représentés dans la région septentrionale : le poudingue pourpré d'Erqui (Côtes-du-Nord) n'appartient pas à cette région; il constitue l'un des jalons qui relient le bassin bas-normand au terrain silurien de l'Ouest de la Bretagne. Quant à l'îlot indiqué sur la carte de Durocher à Saint-Rémy-du-Plain (Ille-et-Vilaine), il est formé de quartz laiteux éruptif.

Avant la découverte de débris organiques dans le terrain cambrien de Bretagne, les schistes rouges étaient considérés comme présentant les premiers indices de la vie dans notre pays. Ils offrent une grande

(1) Quant au calcaire dolomitique, saccharoïde, avec trémolite, du Moustoir en Billiers (Morbihan), nous l'attribuons au terrain laurentien, comme le calcaire de La Paquelaie en Montoir (Loire-Inférieure) et celui qui se trouve au sud du Hâvre-de-la-Gachère (Vendée). Voir *Ess. Cat. Foss. sil.*, *Ass. Franç.*, *Congr. Nantes*, p. 606.

analogie de faune et même un passage graduel avec le grès armoricain ou grès à Bilobites. Ce dernier étage nous a fourni, dans la localité de Sion (Loire-Inférieure), les plus anciens Trilobites (*Asaphus Armoricanus*, Trom., Lebesc.), Céphalopodes, Acéphalés et Graptolithes de Bretagne, dans les bancs à *Lingula Lesueuri*, Rou. Ce sont des espèces de la Faune seconde silurienne bien caractérisée, et cette découverte démontre combien était erronée l'opinion de ceux qui plaçaient cet étage dans le terrain cambrien.

Tous les géologues bretons paraissent d'accord aujourd'hui pour placer le *Grès armoricain* de M. Rouault immédiatement *au-dessous* des schistes ardoisiers à *Calymene Tristani*. Ce grès diffère beaucoup des autres grès siluriens, et par ses fossiles, et par son faciès pétrographique. M. Rouault l'a déjà signalé dans le Nord d'Ille-et-Vilaine, mais il le cite à tort à la butte de Bon-Air, entre Ercé et Gahard (1), car sur ce point, à la carrière de Bellecour, nous avons rencontré le grès dévonien avec ses fossiles. Mais nous avons trouvé des Bilobites et les formes qui les accompagnent (*Frœna Saint-Hilairei*, Rou., *Cruziana Lefebvrei*, d'Orb., *C. Goldfussi*, Rou. sp., *C. Cordieri*, Rou. sp., *Foralites Pomeli*, Rou., *Vermiculites Panderi*, Rou., etc.) dans diverses localités de la région qui nous occupe. On constate l'existence du grès armoricain au bois de Fertay, sur la route de Saint-Aubin-d'Aubigné à Sens, où le grès disparaît sous le terrain dévonien. Il réapparaît à Gosné, l'une des localités types de M. Rouault, d'où on le suit au Haut-Sévail, au Haut-Breuil, sur la route de Saint-Aubin-du-Cormier à La Bouexière, aux Changeons, à La Haie-d'Izé. Au nord de Vitré, on peut l'observer à La Pellerie, où nous avons trouvé des Bilobites, aux Cherbotières, à La Mare et à Baillé, et constater qu'il est inférieur aux schistes ardoisiers. Nous avons également rencontré des indices de Bilobites à Vignoc, à Janson, au Rocher des Amis et à La Touche à l'ouest d'Ercé, où le grès est recouvert sur ses deux flancs par le schiste ardoisier. C'est par erreur que M. Delage l'a indiqué, et seulement à cause de l'analogie des roches, à la butte de la Normandie, près de l'étang d'Ouée, dans la forêt de Haute-Sève et au Rocher d'Ercé ; nous avons, en ces divers endroits, recueilli des fossiles dévoniens de la faune de Gahard et de Saint-Aubin-d'Aubigné. Enfin, sur une indication de M. Sacher, nous avons trouvé des Bilobites, parti-

(1) *Note sur de nouvelles espèces de fossiles découvertes en Bretagne, Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. VI, p. 377; 1849 ; — *Note préliminaire sur une nouvelle formation découverte dans le terrain silurien inférieur de la Bretagne, Bull.*, 2e sér., t. VII, p. 724 ; 1850.— On sait que M. Rouault plaçait le grès à Bilobites au-dessus des schistes ardoisiers. Cailliaud est allé jusqu'à le considérer comme dévonien (*Bull.*, 2e sér., t. XIII, p. 39 ; 1855).

culièrement *Cruziana rugosa*, d'Orb., à Châtillon-en-Vendelais ; on peut en cet endroit remarquer que les lits de schistes psammitiques intercalés dans le grès sont également fossilifères.

On rencontre des *Tigillites* (*T. Dufrenoyi*, Rou., *T. Danieloi*, Rou.) à Saint-Aubin-du-Cormier, à Malno, à Montautour, c'est-à-dire dans les localités où M. Rouault les avait déjà signalés il y a bien des années ; mais ces formes ne peuvent plus être considérées comme absolument caractéristiques du grès armoricain, depuis que leur existence est connue à May (1) et dans les grès de Saint-Germain et de la Lande de Baugé.

Au-dessus du grès à Bilobites vient le grand étage des *schistes ardoisiers*, avec *Calymene Tristani* et *Placoparia Tourneminei*. Les localités les plus fossilifères sont : Mur-de-Bretagne, Guitté (Côtes-du-Nord), Ercé (2) et Vitré (Ille-et-Vilaine), Andouillé (Mayenne). Nous y avons recueilli beaucoup d'espèces dont nous avons déjà donné des listes partielles. Les schistes d'Andouillé (côte de Bel-Air, côte de La Pichardière) à *Homalonotus rarus*, Corda sp., *Beyrichia reticulata*, Bornemann (3), *Lingula subgranulata*, Trom., Lebesc., *Placoparia Tourneminei*, Rou., nous paraissent appartenir à un niveau supérieur à celui de Vitré ; on y rencontre des Acéphalés des genres *Pseudarca* (= *Siliquarca*, Trom., Lebesc.) (4) et *Lyrodesma*, identiques ou très-rapprochés de ceux des grès de Saint-Germain et de May. La faune d'Andouillé se retrouve de Mortain (Manche) à Domfront (Orne), et partiellement à la Côte-du-Creux (Sarthe).

Suivant M. Delage, les schistes de Vitré seraient *mélangés* de grès. En réalité il n'y a pas alternance, mais bien *superposition* au grès armoricain des schistes à *Calymene Tristani*, et *superposition* à ceux-ci du grès à faune de Saint-Germain. Nous n'ignorons pas que dans la presqu'île du Cotentin le grès des Moitiers-d'Allonne à *Ascocrinus Barrandei* et *Homalonotus Vieillardi*, Trom., Dollfus (5), contient *Caly-*

(1) Morière, *De la présence du genre* Scolithus *dans le grès silurien de May*, *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 2e sér., t. VIII, p. 119 ; 1874. — De Tromelin, *Lettre à M. Guillier sur le terr. sil. Sarthe*, *Bull. Soc. Agr. Sarthe*, t. XXII, p. 589 ; 1874 ; — *Étude de la Faune du grès sil. May*, *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e sér., t. I, p. 25, 28 et 61 ; 1876.

(2) Les schistes d'Ercé nous ont fourni : *Calymene Aragoi*, Rou., *C. Tristani*, Brongn., *Primitia simplex*, Jones, *Redonia Duvaliana*, Rou., *R. Deshayesiana*, Rou., une Cystidée voisine d'*Echinosphærites aurantium*, etc.

(3) Cette espèce a été établie dans le *Supplément* à la *Paléontologie de l'île de Sardaigne* du professeur Meneghini, pl. I, fig. 2-4 ; 1860.

(4) *Note sur qlq. Foss. des grès sil. de Saint-Germain*, p. 5 ; 1875.

(5) Voir *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e sér., t. I, p. 16 ; 1876. Nous avons trouvé à La Bouexière deux pygidiums qui semblent devoir être rapportés à cette espèce, qui serait, dès lors, commune à ces deux étages de grès.

mene Tristani et des Graptolithes, et que sa faune le place sur le même horizon que les ardoises d'Angers; mais il est différent de ceux du Nord du département d'Ille-et-Vilaine.

Nous n'avons jamais rencontré aux environs de Vitré de grès contenant la faune des ardoises, comme cela devrait arriver s'ils y étaient intercalés; au contraire, il faut considérer le grès de Saint-Germain à *Calymene Bayani* comme constituant une zone bien distincte, quoique appartenant au même grand étage.

C'est sur un horizon correspondant à celui du *grès de May* et de ses analogues dans le Calvados et la Manche, que nous le plaçons, sans prétendre, bien entendu, établir un parallélisme parfait, car la communauté d'espèces pourrait, à la rigueur, être considérée comme la conséquence de la similitude des sédiments. On ne trouve pas, non plus, à Saint-Germain, des fossiles tels que : *Illænus docens*, Trom., *I. Viducassianus*, Trom., *Ribeiria conformis*, Salt., *R. magnifica*, Salt., *Endoceras Edgelli*, Trom., *Conularia pyramidata*, Hœningh., *C. plicosa*, Barr., *C. rugulosa*, Barr., *Lingula Morierei*, Trom. (1); pourtant il y a de grandes probabilités de retrouver plus complétement la série silurienne en Bretagne qu'au sud de Caen, où elle est recouverte par le terrain jurassique.

Dès 1873 l'un de nous a établi la distinction à faire entre le grès de Saint-Germain-sur-Ille rapporté au terrain silurien *(Faune seconde)*, et le grès de Gahard considéré comme formant la base du terrain dévonien tel qu'il est compris dans l'Ouest de la France. On peut lire dans ce travail (2) : « Le grès de Brûlon (Sarthe) à *Pleurodictyum* appartient au niveau du grès de Gahard, très-répandu en Bretagne, et que M. Rouault a assimilé au grès de May, erreur qui ne peut s'expliquer que par la confusion des grès de Gahard avec les grès voisins de Saint-Germain, qui, eux, appartiennent à la division silurienne inférieure et offrent avec May un certain nombre de formes communes. »

Dans d'autres mémoires nous croyons avoir démontré l'âge silurien du grès de Saint-Germain (3), en nous fondant principalement sur l'existence, dans ce grès, de Trilobites tels que : *Calymene Bayani*, Trom., Lebesc., *Homalonotus Brongniarti*, Desl. sp., *H. Vicaryi*, Salt., *Dalmanites incertus*, Desl. sp., *D. mimus*, Salt. sp., *D. Phillipsi*,

(1) Cette espèce est celle qui a été décrite par Davidson sous le nom de *Lingula sp. (Silurian Brachiopoda*, pl. I, fig. 31; 1866 *(Palæont. Soc.*, t. XIX) ; *Quart. Journ. Geol. Society*, t. XXVI, p. 77, pl. IV, fig. 4; 1870).

(2) G. de Tromelin, *Lettre à M. Guillier sur le terrain silurien de la Sarthe, Bull. Soc. Agr. Sarthe*, t. XXII, p. 584; 1873-74.

(3) G. de Tromelin et P. Lebesconte, *Note sur qlq. Foss. des grès sil. de Saint-Germain*; 1875; — *Ess. Cat. Foss. sil., Ass. Franc., Congr. Nantes*, p. 613; — *Fossiles paléozoïques d'Ille-et-Vilaine, Ibid.*, p. 684 et 687; 1876.

Barr.; de divers Brachiopodes tels que : *Orthis redux*, Barr., *O. Budleighensis*, Davidson, etc.; et des Graptolithes : *Didymograpsus Murchisoni?*, Bœck (1), *Diplograpsus Baylei*, Trom., Lebesc., qui accompagnent les autres fossiles à Saint-Germain. La dernière espèce citée y est assez abondante, et les géologues rennois la connaissent depuis longtemps. M. Sacher, préparateur à la Faculté des Sciences, la découvrit en compagnie de Bayan, qui, dans les notes du cours de M. Bayle, en a donné un croquis en l'attribuant à *Diprion pristis*, His. (2).

Parmi les espèces de ce grès que nous avons déterminées, plus des deux tiers existent dans le grès de May ou dans les schistes ardoisiers à divers niveaux, sans en compter d'autres qui se retrouvent dans le terrain silurien inférieur de l'Espagne, du Portugal, de la Bohême et des Iles Britanniques.

Nous ne saurions, non plus, considérer les Graptolithes qui accompagnent les fossiles de Saint-Germain, comme indiquant le niveau des *Phtanites de l'Anjou* signalées par M. Farge (3); car les espèces sont bien distinctes, et celles des phtanites sont les mêmes que celles des schistes ampéliteux, c'est-à-dire qu'elles appartiennent à la Faune troisième silurienne.

A l'ouest de Vitré nous avons pu voir un passage graduel et la *superposition* aux schistes ardoisiers de ces localités, des grès de Champeaux et de Marpiré, qui contiennent beaucoup des espèces de Saint-Germain, de La Buzardière en Liffré et de La Bouexière. Nous avons aussi constaté la superposition aux schistes, du grès de Chevré, dont la faune est analogue. Ce n'est pas à Saint-Germain même que l'on peut bien étudier les faits, et il faut admettre l'existence de failles dans cette localité, où ces couches paraîtraient reposer sur le Cambrien, sans interposition des schistes à Trilobites et du grès armoricain; d'ailleurs le contact n'est pas visible au sud de Saint-Germain, le sous-sol étant masqué, sur un espace de trois à quatre kilomètres, par un puissant dépôt quaternaire. A Saint-Germain le grès est incliné vers le sud, mais plus au nord il se retourne pour plonger en sens inverse, ainsi qu'on peut le constater à la carrière du Rocher et dans la tranchée du chemin de fer. La dislocation des couches a été produite par les

(1) Nous n'avons pas rencontré *Didymograpsus Murchisoni?* dans les bancs gréseux de Saint-Germain, mais seulement dans les minces lits schisteux intercalés et toujours d'une faible épaisseur.

(2) *Cours de Géologie professé à l'École des Ponts-et-Chaussées*, p. 6; 1866. D'après une déclaration verbale, ce Graptolithe ne provient nullement de Gahard, mais bien de Saint-Germain.

(3) *Mémoire sur les progrès de la Géologie dans le dép. de Maine-et-Loire (Assises scientifiques d'Angers*, 1871); 1873.

granites et les diorites qui sont au nord-ouest de la bande de grès de ce pays.

Quant au grès de la Lande de Baugé, nous le plaçons dans le même étage, parce qu'à La Bouexière (carrière de la Grande-Fontaine), on retrouve les mêmes espèces dans une roche semblable, au-dessus du grès tendre à *Orthis* du Rocher et de La Martinière. La Lande de Baugé nous a fourni : *Dalmanites Phillipsi*, Barr., anneaux d'*Homalonotus*, *Bellerophon bilobatus*, Sow., *B. Deslongchampsi*, d'Orb., *Pleurotomaria Bussacensis*, Sh., *Orthonota Normaniana*, d'Orb. sp., *Modiolopsis Heberti*, M.-Ch., *Clidophorus amygdalus*, Salt., *Orthis Budleighensis*, Dav., fragments de Crinoïdes, Tigillites, etc. Quoiqu'on en ait dit, aucune de ces espèces n'a été trouvée dans le Finistère, ni par M. Lehir, ni par aucun des autres collecteurs locaux. Plusieurs espèces de Baugé sont, au contraire, identiques avec celles des grès du Calvados, que la roche rappelle aussi beaucoup par place. Rien ne nous fait pressentir l'existence de la faune de May dans la Bretagne occidentale.

Pas plus que Dalimier (1), nous n'avons rencontré « les grès contemporains de celui de May en relation directe avec le grès auquel se rattachent les schistes ampéliteux (p. 145). » Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait prématuré de déclarer si le grès à ampélites forme simplement la partie supérieure du grès de Saint-Germain, ou s'il en est séparé par d'autres couches. Les ardoises de l'âge des couches de Renazé (Mayenne), Coësmes, Riadan (Ille-et-Vilaine), de la région méridionale, qui contiennent des Trilobites des genres *Ampyx* et *Trinucleus*, n'ont pas été rencontrées aux environs de Vitré ; au contraire, près de cette ville, c'est dans le grès de Bas-Pont, supérieur aux schistes ardoisiers, que nous avons trouvé *Trinucleus Goldfussi*. Dès lors, nous ne pouvons pas dire, avec certitude, si les ardoises à *Trinucleus* sont plus anciennes ou plus récentes que les grès de May et de Saint-Germain. Ce problème sera peut-être résolu par l'étude approfondie du bassin normand ou septentrional.

On sait que le terrain silurien supérieur est représenté dans le massif breton d'une façon très-rudimentaire. Dans la région nord du bassin de Rennes, les schistes ampéliteux de La Ménardaie près Gahard et ceux de Princé contiennent divers fossiles de la faune troisième, mais mal conservés. Nous indiquerons seulement : *Graptolithus colonus*, Barr., *G. nuntius*, Barr., *Rhynchonella ampelitidis?*, Trom., Lebesc., à La Ménardaie, *Graptolithus colonus?*, *Hyolithes simplex*, Barr., à Princé. Ces ampélites sont intercalées dans des grès sans fossiles, durs,

(1) *Essai sur la Géologie comparée du plateau méridional de la Bretagne*, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XX, p. 126; 1862.

noirs, pyriteux, fort différents des grès plus tendres, souvent micacés, généralement gris-jaunâtres ou noirâtres, de Saint-Germain et de La Bouexière. On peut en voir de bons types à La Ménardaie même et à La Croixille (Mayenne). M. Delage ne les mentionne pas comme assise spéciale, dans la légende de sa carte, et il les colore comme le grès armoricain. Les ampélites que contiennent ces grès sont bien du même âge que celles du tertre de Poligné près Bain.

La faune de Feuguerolles n'a pas été rencontrée dans le Nord d'Ille-et-Vilaine; mais l'année dernière nous avons eu la satisfaction de la reconnaître dans la partie méridionale, à Martigné-Ferchaud et à Thourie : *Cardiola interrupta*, Sow., *Graptolithus priodon*, Bronn, accompagnés d'espèces de Feuguerolles (Calvados), Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche), Chemiré-en-Charnie (Sarthe), Saint-Jean-sur-Erve, Briassé (Mayenne), se trouvent dans des sphéroïdes d'une argile gréseuse, noirâtre, ou de minerais de fer, variant de la grosseur du poing à celle de la tête. Ces minerais sont indiqués en partie sur la carte de Toulmouche (1), mais non sur celle de Durocher. Leur existence à ce niveau est d'une très-grande importance au point de vue des recherches industrielles, car on n'en connaissait qu'entre le grès armoricain et les schistes ardoisiers et dans les grès dévoniens.

Nous avons été les premiers à signaler *Cardiola interrupta* et diverses autres espèces de l'étage E de Bohême, dans la Loire-Inférieure, à l'ouest de Villepot, entre Derval et Luzanger et entre Luzanger et Sion, dans des conditions analogues à celles des localités de Martigné et de Thourie dans Ille-et-Vilaine. On ne peut donc plus considérer cet horizon comme propre à un très-petit nombre de points de la Basse-Normandie et du Maine ; de nouvelles explorations le feront sans doute reconnaître dans d'autres localités de Bretagne. Mais à Martigné et à Thourie la couche à sphéroïdes est supportée par un grès blanchâtre ou rubigineux, lustré, *fossilifère*. Les espèces consistent en Brachiopodes, en Bryozoaires et en Fucoïdes; malheureusement les fossiles y sont rares et mal conservés; nous indiquerons, mais avec doute : *Dalmanites incertus*, Desl. sp., *Tigillites præcylindricus*, Trom. (cf. *T. Danieloi*, Rou.), *Orthis redux*, Barr., *O. Budleighensis*, Dav.,

(1) *Carte géologique et minéralogique du département d'Ille-et-Vilaine*, *Mém. Soc. géol. France*, 1re sér., t. II, p. 41, pl. III; 1835.

Les minerais de fer que l'on trouve dans la Loire-Inférieure à un kilomètre au sud de Luzanger, appartiennent peut-être aussi à la Faune *troisième* silurienne.

On peut consulter, au sujet des minières de fer de la Bretagne, un travail de M. E. Lorieux sur *les ressources minéralurgiques et salicoles de la Loire-Inférieure* (*Ass. Franç.*, *Congrès de Nantes*, p. 47; 1875).

M. Barrande nous apprend aussi qu'il existe des minerais de fer à Tachlowitz, dans la partie inférieure de l'étage E de Bohême (*Déf. Colonies*, II, p. 35).

Furca Bohemica, Barr. (Voir *Ét. Faune du grès sil. May, Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e sér., t. I, p. 69; 1876). D'après cette faunule, nous croyons pouvoir considérer le grès de Thourie et de Martigné comme représentant le grès de May, dont l'existence dans la partie méridionale de la Bretagne était encore hypothétique.

Le dépôt des couches à Faune troisième silurienne paraît avoir été interrompu par l'apparition des granites du Bocage Normand et Nantais (1).

Dans le tableau ci-contre nous exposons la classification des assises siluriennes d'Ille-et-Vilaine, telle que nous la concevons d'après nos recherches. Il montre quelles analogies et quels contrastes existent entre ces deux fractions du même bassin. Nous ne présentons pas, d'ailleurs, cette classification comme définitive.

III. Observations relatives a quelques espèces des grès siluriens.

1° *Brachiopodes.*

1. *Orthis redux*, Barr., *Ueber die Brachiopoden der silurischen Schichten von Bœhmen, Naturwissenschaftliche Abhandlungen*, t. II, p. 201, pl. XVIII, fig. 7; 1848; — *Id.*, Trom., *Ét. Faune du grès sil. May, Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e sér., t. I, p. 59; 1876 *(cœt. excl.)*.

Jusqu'à présent on a considéré, dans l'Ouest de la France, l'espèce du genre *Orthis* si commune dans le grès de May, comme le type local d'*O. redux;* mais M. Barrande ayant bien voulu nous donner des exemplaires de Bohême, nous avons pu reconnaître que cette assimilation n'était pas fondée, ainsi que nous l'avions déjà fait pressentir (2). Néanmoins *O. redux*, conforme au type de Bohême, existe dans l'Ouest, et elle est assez abondante dans les grès à Saint-Germain, à La Bouexière et à Champeaux. Nous ne l'avons jamais rencontrée à May même; on en a cependant recueilli quelques exemplaires, conformes aux types de Bohême, dans le grès de la Brèche-au-Diable (Mont-Robert) au nord de Falaise, dans une roche très-analogue à celle de Saint-Germain. Il est probable que les échantillons que divers auteurs ont attribués à *O.*

(1) Ces granites ont été décrits par M. Michel-Lévy : *De quelques caractères microscopiques des roches anciennes acides, considérés dans leurs relations avec l'âge des éruptions, Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. III, p. 199; 1875 (Pl. V, fig. 1 : Granite porphyroïde de Vire).

(2) G. de Tromelin et P. Lebesconte, *Note sur qlq. Foss. des grès sil. de Saint-Germain*, p. 7; 1875; — *Ess. Cat. Foss. sil., Assoc. Franç., Congr. Nantes*, p. 642, et *passim;* 1876.

Classification des assises **silurienne** *du département d'Ille-et-Vilaine et des pays voisins.*

		RÉGION MÉRIDIONALE.	RÉGION SEPTENTRIONALE.
TERRAIN SILURIEN.	Faune troisième.	*Calcaire blanc* d'Erbray (Loire-Inférieure) à *Calymene Blumenbachi* et *Harpes venulosus*.	Manque.
		Calcaire ampéliteux de Briassé (Mayenne). *Sphéroïdes gréseux et ferrugineux* de Martigné-Ferchaud, Thourie, etc., à *Cardiola interrupta* et *Graptolithus priodon*.	——— Manque.
		Schistes ampéliteux de Poligné et phtanites de l'Anjou à *Graptolithus colonus*. *Grès blanc, azoïque*, de Poligné ; Grès de Bourg-des-Comptes ; Grès de Beslé.	*Schistes ampéliteux* de La Ménardaie et de Princé. *Grès noir, azoïque*, de La Ménardaie au nord de Gahard, et de La Croixille.
		Ardoises à Trinucleus de Riadan, Coesmes. Renazé.	Non constaté.
	Faune seconde.	? *Grès* de Thourie (représentant local du grès de May).	*Grès* de Bas Pont, près Vitré, à *Trinucleus Goldfussi*. *Grès* de la Lande de Baugé. *Grès* de Saint-Germain, de La Bouexière, etc., à *Orthis redux, O. Budleighensis, Pseudarca typa, Diplograpsus Baylei, Cornulites confertus, Calymene Bayani, Lyrodesma Dufeti*.
			Schistes de Domfront (Orne) et d'Andouillé (Mayenne).
		Ardoises de La Couyère. *Schistes à nodules* de Guichen, Bain, La Hunaudière, etc., etc., à *Calymene Tristani, Placoparia Tourneminei, Acidaspis Buchi*, etc.	Couches supérieures de Vitré.
		Ardoises d'Angers à *Ogygia Desmaresti*, etc.	*Ardoises* de Vitré.
		Schistes de Laillé et de Sion, à *Placoparia Zippei, Hyolithes cinctus*, etc.	Non constaté.
		Grès armoricain — Grès de Sion à *Asaphus Armoricanus* et à *Lingula Lesueuri*. Grès à *Myocaris* et à *Lyrodesma Armoricana*. Grès blanc, Grès pourpré } à *Bilobites*.	*Grès armoricain*. —
		Schistes rouges. Poudingues (sans fossiles).	Manque.
		(La présence de la Faune primordiale silurienne n'a pas été constatée dans le massif breton).	
TERRAIN CAMBRIEN.		Schistes de Rennes (fossilifères). Schistes satinés, luisants.	
TERRAIN LAURENTIEN.		Micaschistes. Gneiss.	

redux, Barr., appartiennent le plus souvent, en réalité, à d'autres espèces.

O. Monnieri, Rou. (*O. Vicaryi*, Dav.), des grès dévoniens de Gahard, du Cotentin et de la rade de Brest, en est également fort différente, aussi bien que d'*O. Budleighensis* et des *Orthis* qui leur sont associées dans notre terrain silurien.

2. *O. Budleighensis*, Davidson. — *O. redux*, Salter, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XX, p. 294, pl. XVII, fig. 7; 1864; — *Id.*, Dav., *Sil. Brach.*, p. 224, pl. XXVIII, fig. 6-9; 1869; — *Id.?*, var. *Budleighensis*, Dav., *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXVI, p. 82, pl. V, fig. 9-12; 1870. — Cf. *O. Filiceræi*, Rou., *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. VIII, p. 366; 1851; — *O. Bussacensis*, Sharpe, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. IX, p. 153, pl. VIII, fig. 3; 1853; — *O. testudinaria*, Vern., Barr., *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XII, p. 993, pl. XXVII, fig. 9; 1855; — *Id.*, Meneghini, *in* La Marmora, *Voyage en Sardaigne*. 3e part. : *Description géologique*, t. II, p. 108, pl. A, fig. 6, 7 et 9; 1857; — *Id.*, Malaise, *Description du terrain silurien du Centre de la Belgique*, p. 94, pl. V, fig. 1-4; 1873; — *Id.*, Sow., Murch., Dav., etc. (*non* Dalman, 1827).

L'espèce la plus répandue dans le grès de May doit prendre comme nom spécifique celui sous lequel M. Davidson l'a décrite comme variété d'*O. redux*; en effet elle est réellement différente d'*O. redux*. Nous pensons qu'elle est identique avec l'espèce des schistes de Vitré que M. Rouault a nommée *O. Filiceræi*, et ce dernier nom devrait être imposé à l'espèce de May si notre opinion est fondée; malheureusement nos individus de Vitré sont trop déformés pour que nous soyons en mesure de décider la question.

Il existe dans notre grand étage des schistes ardoisiers une espèce qu'il nous paraît impossible de distinguer de celle de May; elle est particulièrement abondante à Andouillé (Mayenne) et à Domfront (Orne); on la trouve également à Morgat près Crozon (Finistère), à La Hunaudière (Loire-Inférieure), à la Côte-du-Creux (Sarthe), etc., et elle y est citée sous les noms d'*O. redux*, *O. Filiceræi*, *O. testudinaria*. C'est bien la même que celle d'Espagne qui porte ce dernier nom, et elle ne paraît pas différer de celle de Belgique et des Iles Britanniques, sans que l'on puisse dire qu'elle soit conforme au type de la Scandinavie.

Toujours est-il que nous retrouvons l'espèce de May, associée à *O. redux*, dans le grès de Saint-Germain, de la Bouexière, de Champeaux, et dans celui de la lande de Baugé. Elle y est d'ailleurs beaucoup moins fréquente que dans le Calvados.

3. *O. pulvinata*, Salter, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XX, p. 294, pl. XVII, fig. 8; 1864; — *Id.*, Dav., *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXVI, p. 83, pl. V, fig. 17-19; 1870.

L'espèce que nous rapportons à celle-ci abonde dans nos grès. A Saint-Germain elle se trouve sur les mêmes morceaux que *Diplograpsus Baylei;* bien que souvent mal conservés, les individus déterminables sont loin d'être rares. Nous avons fait cette identification après avoir comparé avec les nôtres des échantillons des galets de Budleigh-Salterton, que nous tenons de M. Wyatt-Edgell et de M. Vicary; la roche de ces galets est identique avec celle de May. L'âge de cette espèce erratique est maintenant fixé par suite de sa présence dans le terrain silurien de l'Ouest de la France (Loc. : Saint-Germain, La Bouexière, Champeaux).

4. *O. Berthoisi,* Rou., var.? *erratica,* Dav., *Sil. Brach.,* p. 233, pl. XXXII, fig. 21-28; 1869; *Quart. Journ. Geol. Soc.,* t. XXVI, p. 83, pl. V, fig. 13-16; 1870. — Cf. *O. Berthoisi,* Rou., *Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. VI, p. 68, pl. II, fig. 4; 1849; — *Id.,* Sharpe, *Quart. Journ. Geol. Soc.,* t. IX, p. 154, pl. VIII, fig. 4; 1853.

On trouve à Saint-Germain-sur-Ille et à La Bouexière, particulièrement à La Martinière, une espèce identique avec celle de Budleigh-Salterton; nous en avons également recueilli un exemplaire dans le grès de May. On ne saurait décider si elle est réellement assimilable aux types de La Couyère, ceux-ci n'offrant pas les caractères intérieurs; l'identité est présumable d'après la conformation de l'extérieur seulement.

5. *O. exornata,* Sharpe, *Quart. Journ. Geol. Soc.,* t. IX, p. 153, pl. VIII, fig. 2; 1853.

Cette espèce n'est pas très-rare à La Bouexière; on la trouve, mais plus rarement, à Saint-Germain et à Champeaux, ainsi que dans le grès de May, avec *O. Budleighensis.* Nous avons aussi constaté son existence dans les cailloux roulés du Trias du Devonshire. Dans l'Ouest de la France elle est associée aux mêmes espèces qu'en Portugal : *Dalmanites Dujardini, Orthis testudinaria, O. Berthoisi, Pleurotomaria Bussacensis, Synocladia Lusitanica, S. hypnoides, Disteichia reticulata,* etc.

Par l'étude de ces Brachiopodes on voit que le caractère *silurien* du grès de Saint-Germain ne saurait être mis en doute.

2° *Acéphalés.*

Il y a quelque temps, notre confrère, M. Munier-Chalmas, a fait paraître une courte note sur des *Mollusques nouveaux des terrains paléozoïques des environs de Rennes* (1), mais sans préciser l'âge des gise-

(1) *Journal de Conchyliologie,* 3e sér., t. XVI, p. 102; 1876.

ments. L'examen des types, dans la collection de la Sorbonne, nous a fait connaître les faits suivants.

Le genre *Adranaria*, M.-Ch., est le même que le genre *Pseudarca (vel Siliquarca)*, Trom., Lebesc. (1875) (1), mais les espèces décrites sont différentes des nôtres. On a, dès lors, dans les grès de La Bouexière, de Saint-Germain-sur-Ille et de Champeaux : *Pseudarca typa*, Trom., Lebesc. (type du genre), *P. curtior*, Trom., Lebesc., qui existe aussi à May, *P. longissima*, Trom., Lebesc., *P. Tromelini*, M.-Ch. sp., qui existe à Campandré (Calvados), avec *Ctenodonta erratica*, Trom. (*C. Bertrandi*, Salt., *non* Rouault), et *Orthis Budleighensis*, Dav., *Pseudarca Crossei*, M.-Ch. sp., *P. anomala*, Trom., Lebesc. Outre ces six espèces, nous en connaissons d'autres indéterminées, soit de ces grès, soit des schistes ardoisiers, particulièrement de la localité d'Andouillé (Mayenne), où les individus sont conservés avec leur test (2). Ils nous montrent la coquille couverte de stries concentriques au bord, croisées par d'autres stries, les unes et les autres d'une extrême ténuité, ce qui constitue une très-fine réticulation sur toute la surface; on y voit aussi quatre ou cinq stries d'accroissement beaucoup plus fortes; ces dernières sont seules visibles sur les spécimens des grès de Saint-Germain et de May. La lamelle interne (reproduite en sillon sur les moules) qui limite l'impression musculaire antérieure se voit aussi sur *Nucula solenoides*, Goldf., qui rappelle notre *Pseudarca typa*, et sur *Nucula subcylindrica*, Mac-Coy.

Les *Lyrodesma Gallica*, M.-Ch., et *L. Sacheri*, M.-Ch., deviennent, la première *L. Dufeti*, Trom., Lebesc., la seconde *L. securis*, Trom., Lebesc. En y joignant *L. cœlata*, Salt., et *L. Lebescontei*, M.-Ch., on a quatre espèces de ce genre dans les grès de Saint-Germain; elles sont particulièrement communes à La Bouexière et à Champeaux. *L. Dufeti* et *L. securis* se rencontrent également dans le grès de May. Il y a diverses formes du même genre dans le grès armoricain, où nous les avons déjà signalées, et à Andouillé; toutes sont différentes des espèces connues, depuis longtemps, dans les Iles Britanniques.

Cardiolaria Barrandei, M.-Ch., de La Bouexière, est l'espèce dont nous avons parlé sous le nom de *Ctenodonta (Nucula) Ribeiroi*, Sharpe. Elle existe dans les schistes à *Calymene Tristani*, ainsi que l'indique notre liste.

Modiolopsis Heberti, M.-Ch., du grès de la lande de Baugé, espèce plus grande et beaucoup plus bombée que notre *M. Cadomensis*, existe

(1) *Note sur qlq. Foss. des grès sil. de Saint-Germain*, etc., p. 5.

(2) Nous avons nommé l'espèce d'Andouillé *P. reticulata* (de Tromelin, *Ét. Faune du grès sil. May, Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e sér., t. I, p. 46; 1876).

également dans le grès de May ; on doit l'ajouter à notre liste, ainsi que *M. Zejszneri*, M.-Ch. *M. Edgelli*, M.-Ch., est la forme que nous rapportons à *Clidophorus amygdalus*, Salt., du grès de May. Ces espèces se retrouvent à La Grande-Fontaine en La Bouexière, avec *Modiolopsis (Avicula) prima*, d'Orb. sp., *M. Armoricana*, Salt., *M. lirata*, Salt., *Lyrodesma Lebescontei*, M.-Ch., *Homalonotus Vicaryi*, Salt., etc. (1).

Ces indications permettent de faire quelques additions à nos listes de fossiles; nous avons encore de nouvelles localités à signaler et beaucoup d'espèces à citer.

3° *Trilobites.*

1. *Dalmanites incertus*, Desl. sp. *(non Dalmania incerta*, Rou.). — *Asaphus incertus*, Desl., *Mémoire sur les corps organisés fossiles du grès intermédiaire du Calvados (Mémoires de la Société Linnéenne du Calvados*, t. II), p. 26, pl. II, fig. 5; 1825; — *Phacops incertus*, Salt., *British Trilobites (Pal. Soc.*, t. XVI), pl. I, fig. 27 et 28; 1864; et *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XX, p. 291, pl. XV, fig. 4; 1864; — *P. Dujardini*, Rou., *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., p. 320, t. IV, pl. III, fig. 5; 1847; — *Id.*, Sharpe, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. IX, p. 142; 1853; — *Phacops sp.*, Salt., *ibid.*, p. 159; 1853; — *Dalmanites Dujardini*, Vern., Barr., *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 977, pl. XXVI, fig. 6; 1855; — *D. incertus*, Trom., Lebesc., *Foss. pal. Ille-et-Vil.*, *Assoc. Franç.*, *Congrès de Nantes*, p. 684; 1876.

Cette espèce se trouve à Saint-Germain comme à May. D'après nos spécimens des ardoises d'Andouillé, de Riadan et de Renazé, on ne peut douter que *D. Dujardini* ne doive lui être réuni; seulement M. Rouault n'a observé ni le limbe du pygidium, ni la pointe caudale. Nous avons aussi signalé cette espèce dans diverses localités des schistes ardoisiers.

2. *D. mimus*, Salt. sp. — *Phacops (Acaste) mimus*, Salt., *Brit. Tril.*, pl. I, fig. 35; 1864; — *P. apiculatus*, Mac Coy *(non* Salt.).

Cette espèce a été créée pour une tête des grès de Great-Peraver, près Saint-Austell (Cornwall méridional), qui paraissent offrir beaucoup d'analogie avec les grès de Bretagne. Nous avons rencontré des têtes identiques à La Bouexière; l'obliquité du sillon moyen de la glabelle, très-relevé vers l'avant, est bien distincte, ainsi que la grandeur de l'œil. Ces caractères différencient *D. mimus* de *D. Phillipsi;* le pygi-

(1) *Discina hamifera (Terebratula hamifera*, Barr., *Brach. silur. Sch. Böhmen, Nat. Abhandl.*, t. I, p. 417, pl. XX, fig. 9; 1847), des bandes *d*2 et *d*4 de Bohême, existe dans le grès de l'étang de Chevré. Nous n'avons trouvé en Bretagne que la grande valve de cet intéressant Brachiopode.

dium est inconnu ou bien ne se distingue pas de celui de cette dernière espèce. *D. mimus* est le seul Trilobite qui soit commun entre la Faune seconde de Bretagne et celle des Iles Britanniques; mais il est à remarquer que les grès de Saint-Austell et de Gorran-Haven près de Mevagissey sont distincts des autres couches d'Angleterre et paraissent faire partie de la grande zone centrale d'Europe, suivant l'observation de Salter et de Murchison.

3. *D. Phillipsi*, Barr., *Notice préliminaire sur le système silurien et les Trilobites de Bohême*, p. 27; 1846; *Système silurien du Centre de la Bohême*, t. I, p. 557, pl. XXII, fig. 1 et 2; 1852; — *Id.*, Vern., Barr., *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 976, pl. XXVI, fig. 5; 1856; — *Id.*, Trom., Lebesc., *Ess. Cat. Foss. sil.*, *Assoc. Franç.*, *Congr. Nantes*, p. 630; 1876.

Les spécimens des grès de La Bouexière, de Champeaux et de la lande de Baugé sont absolument identiques avec ceux de Bohême. A La Hunaudière on en trouve dont les yeux sont un peu plus gros; mais cette différence est extrêmement peu sensible et ne saurait, seule, motiver une distinction; au contraire, dans notre *D. Micheli*, de Domfront et d'Andouillé, que l'on a également rapporté au *D. Phillipsi* (1), la grandeur des yeux est de beaucoup plus considérable. *D. Phillipsi* est l'une des espèces les plus répandues dans la Faune seconde de Bohême. On trouve avec elle à La Bouexière *Cornulites confertus*, Barr., des bandes *d* 2 et *d* 4, que nous avons déjà signalé à Saint-Germain (2).

4. *Calymene Bayani*, Trom., Lebesc., *Note sur qlq. Foss. des grès sil. Saint-Germain*, p. 3; 1875; et *Foss. pal. Ille-et-Vil.*, *Assoc. Franç.*, *Congr. Nantes*, p. 685; 1876. — Cf.? *C. Tristani*, Salt., *Brit. Tril. (Pal. Soc.*, t. XVII), pl. IX, fig. 15 et 16; et *Homalonotus* (pygidium), *Ibid.*, p. 112; 1865.

La tête ressemble beaucoup à celle de *C. Tristani*, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer; mais la lobation de la glabelle est moins

(1) Michel, *Coupe du terrain silurien aux environs de Domfront (Orne)*, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVII, p. 698; 1860.

(2) Nous avons aussi signalé, en la décrivant, l'existence, dans les carrières de La Couyère (Ille-et-Vilaine) à *Placoparia Tourneminei*, Rou., *Acidaspis Buchi*, *Calymene Aragoi*, *Orthis Berthoisi*, d'une autre espèce du genre *Dalmanites*, sinon identique, du moins très-voisine de *D. solitarius*, Barr. (Trom., Lebesc., *Foss. pal. Ille-et-Vil.*, *Assoc. Franç.*, *Congr. Nantes*, p. 681 et tableau D, n° 7). Pendant notre séjour à Paris, nous avons pu voir que de Verneuil l'avait nommée *D. Lebescontei* dans sa collection. Ce nom pourrait donc être conservé par les paléontologues qui n'admettraient pas l'identité de l'espèce de Bretagne avec *D. solitarius* des bandes *d*4 et *d*5 de Bohême. La même espèce, dont le type est de La Couyère, existerait aussi au nord de Bain. — Nous profitons de cette occasion pour déclarer que le Trilobite du genre *Lichas*, de Monteneuf (Morbihan), dont nous avons parlé (*Ess. Cat. Foss. sil.*, *ibid.*, p. 631), ne nous paraît pas différer de *L. incola*, Barr., de Bohême.

prononcée (1); le pygidium est très-distinct et nous ne pourrions le comparer qu'à celui de *C. incerta*, Barr., de Bohême et de Belgique, et l'axe est plus large dans notre espèce. *C. Bayani* est très-commune dans nos grès siluriens (Loc. : Saint-Germain, La Bouexière (carrières du Rocher et de La Martinière), Champeaux).

5. *Homalonotus Brongniarti*, Desl. sp. — *Asaphus Brongniarti*, Desl., *op. cit.*, p. 51, pl. I; 1825; — *Homalonotus Brongniarti*, Salt., *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XX, p. 290, pl. XV, fig. 1; 1864; et *British Tril.*, pl. X, fig. 15-17, et pl. XIII, fig. 9; 1865. — *Non H. Brongniarti*, Rou., *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. VI, p. 379; 1849; et t. VIII, p. 370; 1851; — *nec H. Brongniarti*, Vern., Barr., *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 971, pl. XXIII, fig. 1; 1855.

Il faut prendre pour type la tête représentée par Deslongchamps (pl. I, fig. 1); car il a donné le même nom spécifique à toutes les espèces de May de la section *Brongniartia*, Salter. Il est présumable que le pygidium attribué par Salter à cette espèce lui appartient réellement. Cette partie du corps est la seule que nous ayons rencontrée à La Bouexière. L'espèce dévonienne de Gahard que Rouault a attribuée à *H. Brongniarti*, en est bien différente, et nous l'avons appelée *H. Gahardensis* (Trom., Lebesc., *Ess. Cat. Foss. sil.*, *Assoc. Franç.*, *Congr. Nantes*, p. 643; *Foss. pal. Ille-et-Vil.*, *ibid.*, p. 687). Quant à celle d'Espagne, des grès à *Calymene Tristani*, à laquelle de Verneuil a donné le même nom, elle est également distincte, ainsi que Salter l'a fait remarquer : c'est peut-être *H. Vieillardi*, Trom., Dollfus, du grès des Moitiers-d'Allonne. Il y a à May des pygidiums intermédiaires entre ceux de *H. Brongniarti*, et de *H. Vicaryi*, nommés par l'un de nous *H. Deslongchampsi* (voir Desl., *op. cit.*, pl. I, fig. 7. — Cf. Salt., *Brit. Tril.*, pl. X, fig. 8) et qui n'ont pas encore été rencontrés dans le grès du Nord d'Ille-et-Vilaine.

6. *H. Vicaryi*, Salt., *Brit. Tril.*, pl. XIII, fig. 10; 1865.

Nous devons à M. Vicary, d'Exeter, la communication des pygidiums figurés par Salter, ainsi que de beaucoup d'autres fossiles des cailloux roulés de Budleigh-Salterton. *H. Vicaryi* est très-commun à May et à Jurques; des pygidiums identiques se rencontrent à Saint-Germain, à La Bouexière (carrières du Rocher et de la Grande-Fontaine) et à Champeaux. Dans aucune de ces localités on ne trouve de têtes jointes aux pygidiums. Aussi n'est-ce que par suite de leur coexistence à May, Jurques, Saint-Germain, La Bouexière, Champeaux, que nous y réunirions celles que nous avons nommées *H. fugitivus*. Ces

(1) *Calymene Bayani*, Trom., Lebesc., n'appartient pas certainement au genre *Homalonotus*; sa glabelle contraste avec celle de ce genre par sa lobation (voir Barrande, *Syst. sil. Boh.*, t. I, p. 561).

têtes rappellent beaucoup celles de *H. Omaliusi*, Malaise, de Belgique, de *H. bisulcatus*, Salt., du grès de Caradoc, de *H. inexpectatus*, Barr., de Bohême. Comme à La Grande-Fontaine, à Champeaux et à Saint-Germain, on ne rencontre pas d'autres formes appartenant à ce genre que ces têtes et les pygidiums de *H. Vicaryi*, nous pensons qu'il y a lieu de les considérer comme provenant de la même espèce (1).

7. *Trinucleus Goldfussi*, Barr., *Nouveaux Trilobites*, p. 39; 1846; et *Syst. sil. Boh.*, t. I, p. 628, pl. XXX, fig. 29-40; 1852; — *Id.*, Trom., Lebesc., *Ess. Cat. Foss. sil.*, *Assoc. Franç.*, *Congr. Nantes*, p. 648; 1876. — Cf. *T. Caractaci*, Aut.

Nous avons trouvé dans le grès de la carrière de Bas-Pont, près Vitré, une tête que nous attribuons à cette espèce, déjà signalée à Riadan et à Renazé. Sa présence dans nos grès mérite d'être remarquée; car, dès lors, on ne peut mettre en doute qu'ils appartiennent à la Faune seconde silurienne; en outre, elle contribue à les rapprocher de la zone la plus supérieure des schistes ardoisiers.

En fait, sur les *sept* Trilobites des grès du Nord d'Ille-et-Vilaine, *trois* se retrouvent à May : *Dalmanites incertus*, Desl. sp., *Homalonotus Brongniarti*, Desl. sp., *H. Vicaryi*, Salt.; *trois* dans les terrains siluriens inférieurs des régions étrangères : *Trinucleus Goldfussi*, Barr., *Dalmanites Phillipsi*, Barr. (Bohême, Espagne), *D. mimus*, Salt. (Cornwall). Jusqu'à présent, *Calymene Bayani*, Trom., Lebesc., est particulière à nos grès; mais elle n'en contribue pas moins à démontrer le caractère silurien de cette faune. Enfin *trois* de ces six espèces :

(1) M. Rouault a signalé (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. VIII, p. 371; 1851) l'existence de *Dalmanites incertus* dans les grès de Gahard. L'espèce qu'on trouve dans ces grès est différente de celle de May, et nous l'avons appelée *D. Rouaulti* (Trom., Lebesc., *Foss. pal. Ille-et-Vil.*, *op. cit.*, p. 687). Quant à *Plæsiacomia Kieneria*, Rou., considérée comme très-analogue, sinon identique avec *Homalonotus brevicaudatus*, Desl. sp., de May, et avec *H. (Plæsiocomia) rarus*, Corda sp., de Bohême, nous n'avons pas été assez heureux pour rencontrer rien de semblable, ni dans le grès de Gahard, ni dans celui de Saint-Germain. Le type de *H. brevicaudatus* est de May, et l'un de nous l'y a trouvé, dans un grès gris, sur les mêmes morceaux que *Diplograpsus Baylei*, Trom., Lebesc. Les spécimens de *H. brevicaudatus* des grès de May sont généralement d'une très-grande taille, tandis qu'on rencontre dans les schistes d'Andouillé et de Domfront, avec *Calymene Tristani* et *Dalmanites Micheli*, des spécimens identiques, comme dimensions et sous tous les autres rapports, avec *H. rarus*, Corda sp. Nous ne déciderons pas encore s'il y a lieu de réunir l'espèce de Bohême et celle de nos schistes au type de May, sous le nom de *H. brevicaudatus*, qui est le plus ancien. D'ailleurs, avec des spécimens identiques avec *H. rarus*, nous en avons recueilli de bien plus grands et identiques avec *H. brevicaudatus*, surtout dans les schistes très-micacés et gréseux que l'on voit au nord de Domfront, entre les schistes fins à *Redonia* et les schistes à *Dalmanites Micheli*, *Placoparia Tourneminei*, *Calymene Aragoi*, *Beyrichia Guillieri*, etc.

Dalmanites incertus, D. Phillipsi et *Trinucleus Goldfussi* existent, dans les schistes ardoisiers de Bretagne et de Normandie.

On trouvera dans le travail récemment publié par l'un de nous sur la faune du grès de May (1), divers détails qui n'ont pu trouver place ici. Parmi les 64 formes énumérées dans le grès du Calvados, 6 lui sont communes avec le grès armoricain ; 20 avec les schistes ardoisiers; 40 avec les grès d'Ille-et-Vilaine qui nous occupent. En fait, 46 espèces du grès de May, considéré dans la région classique de la Basse-Normandie, coexistent dans le reste du terrain silurien de l'Ouest de la France.

IV. Faune troisième silurienne du département d'Ille-et-Vilaine.

L'un de nous a déjà donné la liste des espèces de cette faune dans le Maine (2), et nous avons énuméré celles que nous connaissions dans l'Anjou et dans la Loire-Inférieure (3); Ille-et-Vilaine nous en a fourni quelques-unes. Leur nombre est destiné, sans doute, à s'augmenter considérablement; car nous négligeons d'en citer beaucoup dont nous n'avons encore que des échantillons insuffisants.

1° *Espèces des schistes ampéliteux de Poligné et de La Ménardaie au nord de* Gahard.

Dans son travail sur la Bretagne (4), Dalimier a considéré les ampé-

(1) *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3e sér., t. I, p. 5 ; 1876.

(2) G. de Tromelin, *Bull. Soc. Agr. Sarthe*, t. XXII, p. 582; 1874. — Aux localités citées dans ce travail, il faut ajouter celle de Briassé, au sud d'Entrames, au confluent de l'Ouette et de la Mayenne. Les fossiles y sont renfermés dans des nodules de calcaire noir ampéliteux ou anthracolithes, riches en Céphalopodes, entre autres en : *Orthoceras subannulare*, Münst. (Bohême et Franconie), *O. Arion*, Barr. (étage E de Bohême), *O. styloideum*, Barr. (*d* 5 colonies, E, *f* 1), *O. Bohemicum*, Barr. (E; espèce déjà signalée à Saint-Sauveur dans la Manche, et aux Pales de Burat dans la Haute-Garonne), etc. On y trouve aussi de nombreux Acéphalés : *Avicula varians*, Barr., *A. Cybele*, Barr. (E, *f* 2), déjà signalées par l'un de nous à Chemiré-en-Charnie, etc.; diverses formes aviculoïdes et mytiloïdes innomées, entre autres : *Mytilus sp. B* (Feuguerolles), *M. sp. E* (Feuguerolles, Chemiré, Luzanger), etc.; des Cardiacés abondants et variés, parmi lesquels : *Lunulocardium Carolinum*, Barr. (cf. *Cardium quinquecostatum*, Münst.) (*e* 2); *Silurina sp.* indéterminée, etc. Tous les acéphalés de Briassé se retrouvent dans l'Ouest ou dans le Midi de la France, sur le même horizon. C'est M. Œhlert, Directeur du Musée de Laval, et M. de Limur qui nous ont communiqué les fossiles de Briassé.

(3) *Ess. Cat. Foss. sil.*, *Assoc. Franç.*, *Congrès de Nantes*, p. 601; 1876.

(4) *Essai sur la Géologie comparée du plateau méridional de la Bretagne*, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XX, p. 126; 1863.

lites du tertre gris de Poligné comme placées au-dessus du grès blanc en plaquettes, sans fossiles. En examinant la localité, nous avons reconnu que ces ampélites n'étaient pas *au-dessus* de ces grès, mais qu'elles y étaient intercalées; il existe, en effet, des couches de grès au-dessus des ampélites; mais leur puissance est bien moindre que celle des couches qui sont au-dessous. Nous avons déjà signalé l'intercalation des schistes à Graptolithes dans le grès (1), en indiquant les localités de l'Ouest de la France où la présence de cette zone est constatée.

Les fossiles qu'elle fournit dans Ille-et-Vilaine sont :

Cardiola fibrosa, Sow.: Poligné. N'est pas rare dans cet étage; on la trouve également dans celui des calcaires ampéliteux à Feuguerolles et à Saint-Sauveur. En Bohême elle est propre aux horizons *d* 5 (colonies) et *e* 1, dans la Grande-Bretagne à l'étage de Wenlock.

C. striata?, Sow.: Poligné. Nous n'avons que des spécimens mal conservés. Cette espèce se trouve dans la Grande-Bretagne dans les étages de Wenlock et de Ludlow; elle est déjà indiquée, mais avec doute, dans la grande zone centrale d'Europe, en Portugal, sur le même horizon qu'à Poligné.

Silurina indéterminée: Poligné.

Rhynchonella ampelitidis?, Trom., Lebesc. (*op. cit.*, p. 621). Le type de cette espèce provient des schistes ampéliteux de Saint-Aubin-de-Locquenay (Sarthe). Les échantillons de La Ménardaie que nous y rapportons sont plus grands, mais trop mal conservés pour être déterminés avec exactitude. Bohême : *e* 2 (Lodenitz).

Orthis caduca, Barr., *Brach. sil. Bœhm.*, *Nat. Abhandl.*, t. II, pl. XVIII, fig. 16; 1848; — *O. Danjoui*, Rouault, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. VIII, p. 367; 1851; — *O. caduca*, Trom., *Bull. Soc. Agr. Sarthe*, t. XXII, p. 588; 1874. — L'un de nous a déjà signalé cette identité, en citant l'espèce à Neuvillette (Sarthe); elle est très-abondante à Poligné, et on la trouve aussi dans les schistes ampéliteux de La Sangsurière (Manche). Bohême : E.

Strophomena depressa, Sow., représentée à Poligné par de très-rares et très-petits exemplaires. On sait combien cette espèce est répandue dans la plupart des contrées paléozoïques.

Graptolithus colonus, Barr., extrêmement répandu dans les schistes ampéliteux de la Bretagne, de la Basse-Normandie, du Maine, de l'Anjou, ainsi qu'à Caffiers (Pas-de-Calais) et à Poligné, comme à La Ménardaie. On trouve tant la forme large que la forme étroite. Ce n'est qu'avec doute que nous l'indiquons à Princé, à cause du mauvais état

(1) *Ess. Cat. Foss. sil.*, *Assoc. Franç.*, *Congr. Nantes*, p. 609 et 620; 1876.

de conservation des échantillons. A Poligné il est accompagné d'une forme qui paraît être *G. Nilssoni*.

G. nuntius, Barr., que nous ne connaissons dans l'Ouest de la France qu'à La Ménardaie. Bohême : *d* 5 (colonies), *e* 1.

G. spiralis, Geinitz : Poligné, avec d'autres formes indéterminables.

Diplograpsus folium, Hisinger : Poligné. Reconnu aussi dans les phtanites de l'Anjou.

A Poligné, avec ces espèces on trouve en abondance des fragments d'Orthocères indéterminables, des Crinoïdes, divers Fucoïdes et de nombreux corps sphériques avec un point d'attache, que nous comparerions volontiers aux flotteurs des *raisins des tropiques* ou Sargasses de nos mers.

2° *Espèces des sphéroïdes argilo-gréseux et ferrugineux de Martigné-Ferchaud et de Thourie.*

Nous plaçons cette faune sur un horizon supérieur à celui des ampélites de Poligné, dont l'étude précède, et sur le même niveau que les calcaires ampéliteux de Feuguerolles, c'est-à-dire à la partie la plus élevée du terrain silurien du massif breton, abstraction faite du calcaire d'Erbray à *Calymene Blumenbachi*, inférieur aux couches franchement dévoniennes de la même localité.

Les espèces de Martigné et de Thourie sont :

Bolbozoe Bohemica, Barr. : Martigné-Ferchaud. Les Ostracodes sont assez abondants à ce niveau, tandis que les Trilobites y font, jusqu'à présent, complétement défaut.

Orthoceras subannulare, Münst. : Martigné. En Bohême on rencontre cette espèce sur les horizons *d* 5 (colonies), E et F. Elle a été d'abord décrite d'après des spécimens de la Franconie. Elle existe aussi dans l'Ouest de la France, dans les schistes ampéliteux de Domfront et dans les calcaires ampéliteux de Feuguerolles, de Saint-Sauveur et de Briassé.

O. styloideum, Barr., abondant à Martigné et à Thourie.

Hyolithes simplex, Barr. (*Syst. sil. Bohême*, t. III, pl. XIII; 1867). N'est pas rare à Martigné; déjà signalée à Feuguerolles. Nous la connaissons encore dans les schistes de La Béguinaie entre Luzanger et Sion (Loire-Inférieure), avec *Entomis migrans*, Barr., des Crinoïdes, divers Graptolithes et des Fucoïdes. Nous l'avons indiquée ci-dessus, avec doute, à Princé. Bohême : *d* 5 (colonies), E, F.

H. columnaris, Barr. (*op. cit.*, t. III, pl. IX) : Martigné, Thourie. Citée en France pour la première fois. Bohême : E, F.

Coleoprion? Sandbergeri, Barr. (*op. cit.*, t. III, pl. XV) : Martigné.

Un exemplaire de Cabrières (Hérault), communiqué par notre confrère M. de Grasset, nous permet de voir que cette espèce ne possède pas la fente longitudinale du test caractéristique du genre ; dès lors, suivant l'observation de M. Barrande, elle pourrait peut-être rentrer dans le genre *Dentalium?* Bohême : *e* 2.

Cardiola interrupta, Sow.: Martigné, Thourie. N'est abondante, dans l'Ouest de la France, qu'à Feuguerolles. Les caractères de la charnière nous permettent de confirmer l'idée que cette espèce doit rentrer dans le groupe des Nuculidées.

C. gibbosa, Barr. : Martigné, Thourie. Cette espèce est très-reconnaissable à la bosse qui occupe la région du crochet, et se distingue bien par ce caractère de toutes ses congénères. En Bohême elle se trouve sur l'horizon *e* 1. L'un de nous a déjà fait connaître son existence à Saint-Jean-sur-Erve.

C. retrostriata, von Buch sp., 1832 ; — *Cardium palmatum*, Goldf., 1837 ; — *C. anguliferum*, Rœmer, 1850. — La présence de cette espèce dévonienne, dans l'Ouest de la France, sur un horizon silurien, constitue un fait paléontologique très-remarquable. M. Barrande (1) a fait connaître qu'elle existait également dans les bandes *e* 2 et *h* 1 de Bohême. Nos échantillons de Martigné appartiennent à la variété *angulifera*, comme ceux d'*e* 2. Tandis qu'en Bohême cette espèce est très-rare sur cet horizon, il ne paraît pas en être de même dans l'Ouest de la France, sans qu'elle y soit commune; mais pendant longtemps nous l'avions méconnue, faute de l'avoir trouvée dans un état de conservation suffisant. Cette identification a d'abord été faite d'après des spécimens des calcaires rouges de Cabrières, que nous devons à l'obligeance de M. Bioche, puis nous avons comparé nos exemplaires avec ceux du calcaire noir à Orthocères du Harz qui se trouvent au Muséum de Nantes (coll. Bertrand-Geslin). A la suite de cette étude, nous pensons qu'il serait téméraire de donner un nom nouveau à la forme silurienne, et nous la maintenons sous la même désignation spécifique que le type dévonien.

Avicula varians, Barr. : Martigné. L'un de nous a signalé cette espèce à Saint-Jean-sur-Erve, Briassé (Mayenne) et Cabrières (Hérault). En Bohême elle se montre sur l'horizon *e* 2.

Avec ces Acéphalés on en trouve beaucoup d'autres appartenant aux divers groupes des *Cardiacés?* (une espèce, entre autres, que nous avons déjà signalée à Martigné (*Ess. Cat. Foss. sil., Assoc. Franç., Congr. Nantes*, p. 651) et aux genres *Avicula* et *Mytilus*, et des corps qui rappellent beaucoup les *Cornulites*. Après les Graptolithes, les

(1) *Défense des Colonies*, t. III, p. 299 et 310 ; 1865.

Acéphalés sont les fossiles les plus abondants sur cet horizon; nous attendons pour les étudier que la partie des travaux de M. Barrande qui les concerne ait paru.

Graptolithus priodon, Bronn : Martigné, Thourie. Accompagne partout *Cardiola interrupta*. A Martigné on rencontre avec ce Graptolithe des empreintes qui paraissent se rapporter aux espèces suivantes :

G. Bohemicus, Barr.,

G. Becki, Barr.,

G. Nilssoni, Barr., qui se trouve également dans les ampélites de Poligné et, comme le précédent, dans les phtanites de l'Anjou.

Il y a aussi des spécimens douteux de *G. colonus?*, Barr.

Ces connexions spécifiques méritent d'être remarquées, car elles tendent à rapprocher les deux zones qui en France correspondent aux horizons des *colonies* et de l'étage E de Bohême.

Parmi les *vingt-cinq* espèces que nous venons d'énumérer, *trois* seulement sont communes aux deux zones dans Ille-et-Vilaine, mais le chiffre est de *dix* si l'on considère celles qui existent dans d'autres localités de l'Ouest de la France. En fait, sur environ *quatre-vingts* espèces que fournit l'ensemble de notre Faune troisième, *douze* seulement, c'est-à-dire *15 p. 0/0*, sont communes à la zone des schistes ampéliteux et à celle des calcaires ampéliteux, et on doit remarquer que souvent ces corrélations ne sont constatées qu'à l'aide de spécimens mal conservés et généralement rares.

V. Faune des calcaires d'Erbray (Loire-Inférieure).

Les couches à Faune troisième silurienne les plus élevées dans la série de Bretagne sont celles des carrières de La Ferronière en Erbray, sur lesquelles Cailliaud a déjà appelé l'attention, en y signalant *Calymene Blumenbachi*, Brongn., *Harpes venulosus*, Corda, et diverses autres formes de l'étage F, avec des espèces dévoniennes (1). Des difficultés

(1) *Sur l'existence de la Faune troisième silurienne dans le Nord-Est du département de la Loire-Inférieure*, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVIII, p. 330 ; et *Ann. Soc. Académique de Nantes*, t. XXXII, p. 253 ; 1861 (ce dernier travail est plus détaillé que celui qui a été inséré dans le *Bulletin*; il est suivi de l'*Explication de la Carte géologique de la Loire-Inférieure*, p. 263-274). L'auteur cite, entre autres espèces : *Atrypa reticularis*, Linn., *Rhynchonella princeps*, Barr., *R. nympha*, Barr., *Meristella Ceres*, Barr., *Spirifer najadum*, Barr., *Pentamerus Sieberi*, Sow., *Strophomena Bouei*, Barr., *S. Bohemica*, Barr. Nous pensons que Cailliaud a peut-être mélangé des échantillons provenant de carrières différentes. — Voir aussi : Bertrand-Geslin, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. I, p. 268 ; 1844 ; — Bureau, *Bull.*, 2e sér., t. XVIII, p. 337

locales s'opposent à ce que l'on puisse, en toute connaissance de cause, voir nettement la stratification des couches; mais nous n'avons pas constaté positivement le mélange de faunes dont parle Cailliaud.

Voici une liste de divers fossiles des carrières de La Ferronnière en Erbray, nouveaux pour cette localité. Nous prions le lecteur de se reporter au travail de Cailliaud; ses déterminations, comme les nôtres, ont besoin d'être confirmées. On ne peut nier cependant, même en prétendant que les espèces de notre liste ne sont pas identiques avec les types auxquels nous les attribuons provisoirement, qu'elles ne soient en quelque sorte représentatives, et que cette faune ne contraste dans son ensemble avec celle des calcaires supérieurs à *Cryphæus*, qui, eux, renferment des espèces de Gahard, Izé, La Baconnière, Sainte-Marie-de-Vern, etc.

Toutes proviennent des couches que Cailliaud a considérées comme siluriennes et sont exposées, en partie, au Muséum de Nantes. Nous le répétons, nous n'en garantissons pas absolument l'identité.

TRILOBITES (rares) : *Phacops fecundus*, Barr., *Proetus Bohemicus*, Corda.

OSTRACODES (très-abondants par places; nos spécimens sont toujours plus petits que les types auxquels nous les rapportons provisoirement) : *Primitia consobrina*, Barr., *P. debilis*, Barr., *P. fusus*, Barr., *P. socialis*, Barr., *P. tarda*, Barr., etc.

ANNÉLIDES : *Serpulites depressus?*, Giebel.

CÉPHALOPODES (rares) : *Orthoceras pseudocalamiteum*, Barr.

PTÉROPODES? (rares) : *Tentaculites longulus*, Barr.

GASTROPODES (assez nombreux) : *Orthonychia (Capulus?) aspridens*, Barr., *O. conoïdes*, Barr., *Acroculia haliotis*, Sow. sp., *Strophostylus (Natica?) gregarius*, Barr., *Straparollus funatus*, Sow. sp., *S. subalatus*, Vern. sp., *Tubina sp.* (1), etc.

ACÉPHALÉS (assez abondants, mais peu variés) : *Pleurorrhynchus longulus*, Barr., *P. Bohemicus*, Barr. (identique), etc.

(1) Cette forme, bien que non épineuse, appartient au groupe de *Tubina spinosa*, Barr., de Konieprus (*f* 2). — *Oriostoma Barrandei*, M.-Ch. (*Journ. Conchyl.*, 3e sér., t. XVI, p. 103; 1876), du calcaire du Bois-Roux en Gahard, à *Belemnocrinus Cotteaui*, appartient aussi à ce groupe, très-répandu dans nos calcaires dévoniens, et le caractère de *l'angle plus ou moins accusé, formant une des côtes longitudinales qui sépare la région ombilicale, nettement disjointe du reste de la surface des tours*, ne saurait être considéré comme générique, car nous le voyons plus ou moins distinct, suivant les espèces, jusqu'à devenir presque nul. Toutefois, dans *Tubina (Oriostoma) Barrandei* la région ombilicale paraît être lisse. Nos calcaires dévoniens offrent un assez grand nombre de *Tubina*, dont quelques-unes très-spinifères; une partie en a été décrite par M. Rouault sous divers noms. Le genre a été établi en 1868 (Voir Bigsby, *Thesaurus Siluricus*) et se trouve confirmé par la citation de *T. patula*, Hall sp., espèce de l'étage E (*e* 1, *e* 2) (Dworetz, Butovitz, Dlauhahora), dans la colonie de Beranka (1). *T. patula* de Bohême se retrouve dans les calcaires ampéliteux de Cabrières (Hérault), d'après une découverte de M. de Grasset.

(1) *Déf. Col.*, t. IV, p. 120; mars 1870.

BRACHIOPODES (très-nombreux, prédominants dans la faune) : *Pentamerus integer*, Barr., *Atrypa Sappho*, Barr., *A. comata*, Barr., *Athyris obovata*, Sow., *Retzia Haidingeri*, Barr., *R. cuneata*, Dalm., *Rhynchonella Eucharis*, Barr., *R. pseudolivonica*, Barr., *Merista passer*, Barr., *M. Circe*, Barr., *Spirifer togatus*, Barr., *Orthis palliata*, Barr., *Strophomena depressa*, Sow., *Leptæna neutra*, Barr., etc.

BRYOZOAIRES (assez nombreux; les espèces paraissent être inédites en très-grande majorité) : *Fenestella nobilis*, Barr., *Filites Bohemicus*, Barr., etc.

CRINOÏDES : les fragments de tiges et de bras remplissent souvent des couches entières, et c'est l'abondance de ces débris qui rend le calcaire cristallin par places. Toutes les espèces sont indéterminées.

POLYPIERS (abondants; quelques espèces restent à déterminer) : *Favosites fibrosus*, Goldf., *F. asper*, d'Orb., *F. Gothlandicus*, Linn., *F. polymorphus*, Goldf., *Heliolites interstinctus*, Wahl., etc.

Sauf quelques Polypiers, *Strophomena depressa* et *Athyris obovata?*, aucune de ces cinquante espèces n'existe dans les couches ampéliteuses. Toutefois *Atrypa Sappho* se retrouve dans les calcaires ampéliteux de Cabrières (Hérault) et *Pentamerus Sieberi* dans les calcaires supérieurs à ceux-ci, de la même localité, dont beaucoup d'espèces sont encore innomées.

Mais la faune des calcaires les plus inférieurs d'Erbray n'est certainement pas celle des calcaires dévoniens, proprement dits, de Bretagne; toutefois nous ne voulons pas engager de discussion à ce sujet, désirant seulement attirer l'attention des géologues bretons sur ces couches, qui paraissent être particulières à cette partie de la France. En supposant que l'étage silurien supérieur, avec des fossiles de l'horizon F de Bohême, existe bien réellement à Erbray, on peut espérer qu'il sera possible de constater quels sont ses rapports avec le terrain dévonien, ce qui sera d'un haut intérêt pour la paléontologie générale.

Il convient aussi de rappeler que MM. de Verneuil, Barrande, Rouault, Guéranger, Davoust, Guillier, Bonnissent, Dalimier, etc., ont admis la présence de quelques espèces des étages E, F et G de Bohême dans les calcaires dévoniens de Néhou, de Baubigny (Manche), de Viré, des Courtoisières, etc. (Sarthe).

Ces auteurs citent entre autres espèces (1) :

Chirurus gibbus, Beyr. (Viré), *Goldius (Bronteus*, Goldf., *non* Fabricius) *Brongniarti*, Barr. (environs de Sablé), *G. Gervillei*, Barr. (Néhou);

(1) De Verneuil, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. VII (Réunion au Mans, p. 42); 1850; — Barrande, *Syst. sil. Boh.*, t. I, p. 93; — Guéranger, *Essai d'un Répertoire paléontologique du département de la Sarthe*, p. 9; 1853; — Fréd. Davoust, *Quels sont, parmi les corps organisés fossiles recueillis en France, ceux qui n'ont encore été trouvés que dans le département de la Sarthe, Bull. Soc. Agr. de la Sarthe*, 1856; — Guillier, *Profils géologiques des routes du département de la Sarthe; Notice*, p. 15; 1868: — Bonnissent, *Essai géologique sur le département de la Manche*, p. 252 (édit. 1872).

Orthoceras irregulare, Münst., de Franconie et de Bohême (Viré);

Tentaculites annulatus, Schloth., de Gothland (Les Courtoisières);

Straparollus funatus, Sow. sp. (Brûlon), *Capulus robustus*, Barr. (Les Courtoisières), *C. rostratus?*, Barr. (Pont-Marie), *C. aspridens*, Barr. (Les Courtoisières), *Natica gregaria?*, Barr. (Néhou);

Pentamerus galeatus, Dalm., *Spirigerina reticularis*, Linné, *Rhynchonella Eucharis*, Barr., *R. nympha?* Barr. (Brûlon), *R. princeps?*, Barr., *R. Stricklandi*, Sow. (Viré, La Baconnière, Gahard), *R. ypsilon*, Barr. (Néhou). *Retzia Haidingeri*, Barr. (Le Coudrai), *Spirifer Nerei*, Barr. (Viré), *S. Davousti*, Vern. (cf *S. plicatellus*, Linn., et *S. togatus*, Barr.), *Cyrtina heteroclita*, Defr. sp., *Leptæna Phillipsi*, Barr., *Strophomena depressa*, Sow., *S. Bouei*, Barr., *S. Bohemica*, Barr. (Viré), *Orthis Gervillei*. Barr., *O. Trigeri*, Vern. (cf. *O. occlusa*, Barr.);

Heliolites interstinctus, Wahl., *H. Murchisoni*, M.-Edw. et H. (Viré), *Chonophyllum perfoliatum*, M.-Edw. et H. (Brûlon), *Favosites fibrosus*, Goldf.

Certes, plusieurs de ces identifications sont contestables. Mais, d'un autre côté, on voit une analogie de plus exister entre la partie supérieure du terrain silurien de la Bohême et les calcaires dévoniens de l'Ouest de la France, par la similitude des restes de Poissons des deux bassins. En effet il serait difficile de distinguer les ossements du calcaire des Courtoisières (Brûlon) que M. Rouault a nommés *Machœrius Larteti* et *M. Archiaci* (1), et que l'on retrouve à Néhou, de *Ctenacanthus Bohemicus*, Barr. (2), des étages F et G. Mais l'espèce de Bohême, non plus que *C. abnormis*, Giebel (3), ne nous paraît pas appartenir au genre *Ctenacanthus* d'Agassiz, tel que nous croyons qu'il doit être compris. La désignation générique donnée par M. Rouault pourra donc leur être maintenue. Les deux espèces établies par cet auteur doivent, d'ailleurs, être réunies sous le nom unique de *Machœrius Larteti*, ainsi que l'un de nous l'a déclaré (4).

Il est à remarquer qu'une partie des espèces siluriennes que Cailliaud et nous avons citées à Erbray sont précisément celles que l'on retrouve dans la Sarthe et dans la Manche. Toutefois la très-grande majorité des espèces qui établissent cette connexité provient, non pas

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLVII, p. 103; 1858.

(2) *Syst. sil. Boh.*, t. I, *suppl.*, pl. XXVIII; 1871.

(3) *Sil. Fauna des Unterharzes*, pl. I; 1858.

(4) Quand M. Rouault décrivit les restes de Poissons qu'il avait découverts dans le calcaire dévonien de la Sarthe, sans préciser de localité, MM. Triger et de Verneuil crurent, à tort, qu'il s'agissait des corps ensiformes des ardoisières de Saint-Léonard-des-Bois (*C.-R. Ac. Sc.*, t. XLVII, p. 469; *Siluria*, p. 423; 1867). L'un de nous, en rectifiant cette erreur, a nommé *Serpulites (Fucoïdes) Letellieri* ces corps de Saint-Léonard, qui appartiennent à la Faune seconde silurienne (voir *Note additionnelle sur la Faune seconde silurienne entre Saint-Denis-d'Orques et Chemiré-en-Charnie*, par M. A. Guillier (note de M. de Tromelin). *Bull. Soc. Agr. Sarthe*, t. XXI, p. 636; 1872-73). Les débris de poissons signalés par M. Rouault proviennent des Courtoisières près Brûlon.

des bancs *les plus inférieurs* de La Ferronnière, constitués par un calcaire généralement blanchâtre, souvent crayeux, où *Calymene Blumenbachi* a été trouvée, mais bien des calcaires *supérieurs*, qui sont un peu bleuâtres et subcristallins, par suite de l'abondance des fragments d'Encrines. Si donc on rencontre dans ces derniers des espèces considérées comme siluriennes, mais connues aussi dans le système dévonien d'autres parties du massif breton avec des espèces dévoniennes, il y aurait à Erbray répétition du phénomène qui s'observe à Néhou et aux Courtoisières.

On n'avait pas encore signalé de grès de l'âge du grès de Gahard ou grès à *Orthis Monnieri* dans la partie méridionale du massif breton. Nous avons eu la satisfaction de le reconnaître déjà sur un point de la Loire-Inférieure situé sur le prolongement ouest de la direction Vern-Erbray; ce point est au sud de Pierric, près du village de La Bodinaie. Le grès est jaunâtre, un peu argileux et ferrugineux. Les fossiles y sont rares et mal conservés; nous avons cependant pu déterminer:

Dalmanites Rouaulti, Trom., Lebesc. (fragments de joues mobiles reconnaissables à leur longue pointe génale), *Platyceras Boblayei*, Rou. sp. (espèce abondante dans le grès de Gahard et de Plougastel, et au Vretot dans le grès sombre du Cotentin), *Spirifera Rousseaui*, Rou., *Orthis Monnieri*, Rou. (très-commune partout dans cet étage), *Strophomena Rouaulti*, Dav. (les individus de Gahard, de Saint-Sauveur-le-Vicomte, de la rade de Brest, ont des dents à la charnière, caractère qui ne se voit pas sur les figures des types); les fragments de Crinoïdes sont abondants.

Le grès à *Orthis Monnieri* constitue un excellent horizon pour fixer la base du système dévonien dans la Manche, la Sarthe, Ille-et-Vilaine, les Côtes-du-Nord et le Finistère; malheureusement sa présence n'est pas constatée à Erbray, où le grès noir, avec veinules de quartz blanc, qu'on voit au nord des calcaires, n'a fourni aucun fossile.

Quoiqu'il en soit, dans la série d'Erbray, au-dessus du calcaire à Crinoïdes, il n'y a plus d'indécision : les calcaires supérieurs à ce dernier, qui s'étendent de La Ferronnière à Pont-Maillet, par La Rousselière, Le Cormier, Sainte-Marie-d'Erbray, etc., sont incontestablement dévoniens; ils sont le plus souvent gris-noirâtres ou complétement noirs.

Voici la liste des espèces que nous avons déterminées; toutes sont franchement dévoniennnes; quelques-unes n'avaient pas encore été citées en France :

Cryphæus Michelini, Rou.; *Cyphaspis Gaultieri*, Rou.;
Orthoceras Buchi, Vern.;
Tentaculites scalaris, Schloth.; *T. striatus*, Guéranger.

Les Acéphalés sont représentés par diverses formes aviculoïdes, une, entre autres, du groupe d'*Avicula pollens*, Barr., et qui paraît exister également dans le grès de Gahard; puis, chose remarquable, par quelques espèces du genre *Grammatomysia*; celles que fournit le calcaire d'Erbray proviennent de la base des couches dévoniennes; nous avons cru reconnaître :

G. Ludovicana, Rou. sp.; *G. Davidsoni*, Rou. sp. (*G. Halli*, M.-Ch.); *G. Mariana*, Rou. sp.; *G. Armoricana*, M.-Ch.

Leur identification avec les types du grès de Gahard n'est pas certaine, à cause de la très-petite taille des échantillons du calcaire d'Erbray, dont le plus grand ne dépasse pas 6 millimètres. Par suite de leur existence dans cette localité, on pourrait supposer que le grès de Gahard y est représenté par des bancs calcaires (1).

Lingula Murchisoni, Rou.; *Meganteris Archiaci*, Vern. sp. (*Atrypa inornata*, d'Orb.); *M. Deshayesi*, Caill. sp., qui existe aussi, et très-abondamment, à La Baconnière et à Gahard; *Athyris concentrica*, von Buch sp., et *A. Ezquerræ*, Arch., Vern. sp., qui toutes les deux se retrouvent à Brûlon et à Néhou, avec *A. phalæna*, Phill. (*A. Hispanica*, Arch., Vern. sp.); *A. Ferronesensis*, Arch., Vern. sp.; *A. Pelapayensis*, Arch., Vern. sp.; *A. Torenoi*, Arch., Vern. sp.; *A. Collettei*, Vern. sp. (nous avons des échantillons qui semblent établir un passage entre ces deux formes qui avaient d'abord été considérées comme constituant une seule espèce); *A. Blacki*, Rou. sp.; *Spirifer Pellicoi*, Arch., Vern. sp., et les deux espèces qui dans l'Ouest de la France sont attribuées à *S. socialis*, Krantz, et à *S. cultrijugatus*, Rœm.; *Cyrtina heteroclita*, Defr. sp.; *Rhynchonella (Hemithyris) subwilsoni*, d'Orb., échantillons atteignant ici une taille beaucoup plus forte que partout ailleurs et auxquels on ne peut comparer que ceux du calcaire de la rade de Brest; *R. Paretoi*, Vern. (*R. Cypris*, d'Orb.); *R. Oliviani*, Arch., Vern.; *Leptæna Murchisoni*, Arch., Vern.; *L. Phillipsi*, Barr.; *L. clausa*, Vern. (*L. Leblanci*, Rou.); *Orthis hipparionyx*, Vanuxem; *O. Cailliaudi*, Vern.

Quelques Brachiopodes restent à citer, mais leur détermination précise est très-difficile, parce que M. Rouault les a dénommés sans les figurer et en les décrivant d'une manière très-laconique. Diverses espèces établies par d'autres auteurs présentent le même inconvénient, bien qu'on ait cependant presque toujours le moyen de pouvoir recourir aux types dans leurs collections.

Poteriocrinus Verneuili, Caill., et autres Crinoïdes:
Divers Polypiers, entre autres : *Favosites punctatus*, Bouillier (2) : le type de cette

(1) Elles proviennent du calcaire riche en débris de Crinoïdes, dont nous avons parlé et qui doit, en conséquence, être attribué au terrain dévonien; cependant il paraît difficile de le séparer des couches sous-jacentes.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

(2) Bouillier (de Laval) : *Mémoire sur une espèce de Polypier fossile rapportée au genre* Favosites *de Lamarck, Annales Linnéennes*, 1826.

espèce est de La Baconnière, de Saint-Céneré (Mayenne), d'Izé et de Gahard (Ille-et-Vilaine); c'est elle qui est généralement connue sous le nom de *F. Goldfussi*, d'Orb., dans l'Ouest de la France; *Cyathophyllum helianthoides*, Goldf.

Au-dessus des couches qui nous ont fourni ces fossiles se trouve la grauwacke, avec bancs calcaires, de Pont-Maillet, près Saint-Julien-de-Vouvantes, qui termine la série dans cette région. Les déblais de l'exploitation abandonnée de Pont-Maillet nous ont fourni les espèces suivantes :

Phacops latifrons, Bronn ; *Dalmanites stellifer*, Burm.; *D. Barrandei*, Caill.; *D. Cailliaudi*, Vern. (cités par Cailliaud) ; *Proetus* voisin de *P. Cuvieri*, Stein.· *Cyphaspis sp.*, citée par Cailliaud sous le nom de *C. Burmeisteri*, Barr., mais l'identité est plus que douteuse et peut-être l'espèce de Pont-Maillet est-elle *C. Gaultieri*, Rou.; *Goldius Bureaui*, Trom.. Lebesc.: cette espèce est celle que Cailliaud a attribuée à *Bronteus thysanopeltis*, Barr.; nous en avons rencontré de très-bons pygidiums et, avec l'aide de M. Barrande, nous avons pu nous assurer qu'il y avait lieu de les distinguer, malgré une certaine analogie : l'espèce de Bretagne a les pointes plus petites et elles sont beaucoup plus nombreuses sur le contour ; *Acidaspis sp.* : ce genre n'était pas encore connu dans notre terrain dévonien.

Spirifera primæva, Stein.; *Atrypa aspera*, Schloth.; *Pentamerus brevirostris*, Phill. (*P. globus*, Schnur) ; *Leptæna Dutertrei*, Murch. sp.; *Orthis Hamoni*, Rou. (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. IV, p. 322 ; 1847) : c'est l'espèce de Viré et de Gahard que de Verneuil a citée sous le nom d'*O. Michelini* (*Réunion extraord. au Mans*, p. 38; 1850), mais elle diffère en réalité du type du Calcaire carbonifère : en conséquence, nous lui conserverons le nom que lui a donné M. Rouault; elle est assez rapprochée d'*O. Eifelensis;* Cailliaud l'a énumérée sous le nom inexact d'*O. orbicularis* (1), dans sa liste des fossiles de Pont-Maillet. On rencontre encore d'autres Brachiopodes des mêmes genres et des fragments d'Encrines.

Cyathophyllum Celticum?, Lonsd. sp. (2), cité par Cailliaud sous le nom de *C. spiriferens*, avec *C. ceratites*, Goldf.; *Pleurodictyum problematicum*, Goldf., qui caractérise très-nettement l'horizon des grauwackes supérieures aux calcaires dans l'Ouest de la France, tandis que les grès inférieurs sont caractérisés par une autre espèce.

La faune de Pont-Maillet présente un faciès dévonien des plus évidents, et c'est par suite d'erreurs de détermination que Cailliaud y avait cru reconnaître des espèces siluriennes.

En résumé, la Faune troisième silurienne de Bohême paraît exister réellement à Erbray, mais elle doit subir une réduction considérable par rapport à l'extension verticale qu'on lui avait primitivement accordée ; bien des faits relatifs à cette localité ne sont pas encore parfaitement connus. Il serait, d'ailleurs, nécessaire que les géologues

(1) L'espèce de Ferrones connue sous le nom d'*Orthis orbicularis*, Arch., Vern.. 1845 (*non* Sow., 1839), qui se retrouve à Viré (Sarthe), doit prendre le nom d'*O. fascicularis*, d'Orb. (*Prodr.*, 2e ét., n° 822, t. I, p. 90 ; 1850).

(2) Cette espèce est fort commune à Liré (Maine-et-Loire), au Faou, au Fret, à Loc-Mélard, etc. Finistère), dans cet étage des grauwackes et des schistes à *Pleurodictyum problematicum*.

angevins étudiassent les couches dévoniennes qui s'étendent sur le prolongement de celles de Bretagne, par Sainte-Marie-de-Vern, où l'on rencontre un calcaire identique avec celui d'Izé, jusqu'aux portes d'Angers (1).

Quant au bassin de la Basse-Loire, il présente des anomalies remarquables par rapport au terrain dévonien des autres parties de la Bretagne et de l'Anjou, aussi bien que du Maine et de la Basse-Normandie. Les schistes de Liré (Maine-et-Loire) (2), qui reposent sur les roches cristallines de la Vendée, avec interposition d'un banc mince de grès-quartzite, contiennent une partie des fossiles des grauwackes de Bretagne; le calcaire supérieur à ces schistes, qui est exploité à Sainte-Catherine près Liré et aux Brûlis près Saint-Géréon (Loire-Inférieure), n'offre que des fragments d'Encrines; mais au-dessus, et en dessous du terrain anthraxifère proprement dit, se développe une série de couches puissantes, attribuées par M. Édouard Bureau au Dévonien moyen et au Dévonien supérieur, qui ne sont reconnus nulle part ailleurs en Bretagne (3). Ainsi donc dans la Basse-Loire le système dévonien présente à sa base l'horizon que l'on rencontre à son sommet dans le reste de l'Ouest de la France, c'est-à-dire celui des grauwackes à *Pleurodictyum problematicum.*

(1) Aux ouvrages que nous avons cités sur la géologie de la Loire-Inférieure, il faut ajouter : Noerdlinger : *Essai sur les formations géologiques des environs du Grand-Jouan près Noxay :* 1847.

(2) Le gîte de fossiles est situé sur le chemin des Fourneaux, qui s'embranche à l'est, à 500 mètres environ sur la route d'Ancenis à Liré après avoir passé la Loire; le chemin des Fourneaux borde le calcaire au sud, et on voit les schistes fossilifères dans son talus nord, un peu avant d'arriver au deuxième four à chaux. Les fossiles sont abondants, mais très-déformés.

(3) Pour l'étude du terrain anthraxifère de la Basse-Loire, on peut consulter : *Réunion extraordinaire à Angers, Bull. Soc. géol.,* 1re sér.. t. XII, p. 425 ; 1841 ; et particulièrement le travail de M. Rolland qui y est inséré : *Notice sur le terrain anthraxifère des bords de la Loire, aux environs de la Haye-Longue, entre Rochefort et Chalonnes* (p. 463) ; — Wolski : *Mémoire sur le gisement du bassin anthraxifère dans le département de Maine-et-Loire, Compte-rendu de la 2e sess. du Congrès scientifique de France,* Angers ; 1844 ; — Viquesnel, *Sur le terrain à combustible exploité à Mouzeil et à Montrelais, Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. I, p. 70 ; 1843 ; — Lorieux, *Notice sur le terrain à combustible de la Loire-Inférieure, Ann. Mines,* 6e sér., t. II, p. 270 ; — Bureau, *Note sur l'existence du Dévonien supérieur en Bretagne, Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XVI, p. 822 ; 1859 ; *Note sur l'existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien de la Basse-Loire, Bull.,* 2e sér., t. XVII, p. 789 ; 1860 ; *Observations sur le terrain dévonien de la Basse-Loire, Bull.,* 2e sér., t. XVIII, p. 337 ; 1861 ; *Rapport sur une visite faite en août 1861 par la Société botanique de France au Musée d'Histoire naturelle de la ville de Nantes, Bull. Soc. bot.,* t. VIII, p. 763 ; 1861 ; *Les Sciences naturelles à Nantes, Assoc. Franç., Congrès de Nantes,* p. 1333 ; 1876 ; — Guillier et Triger, *Profil géologique du chemin de fer entre Angers et Landerneau ;* 1866.

VI. Terrains dévonien et carbonifère.

Il ne s'agit plus ici de faits aussi importants qu'en ce qui concerne le terrain silurien ; car il n'y a pas lieu de discuter la position d'une faune, mais seulement l'ordre de succession des couches du même étage. Cependant l'attribution du grès de Gahard au terrain dévonien ne paraît pas être hors de doute aux yeux de quelques personnes.

La faune de ce grès tire son caractère le plus tranché de la présence de Trilobites du genre *Homalonotus*, d'Acéphalés du genre *Grammatomysia* et de *Pleurodictyum Constantinopolitanum*, Rœm. (1). On sait

(1) Les espèces les plus caractéristiques du grès de Gahard sont :

Homalonotus Gahardensis, Trom., Lebesc. (*H. Brongniarti*, Rou., *non* Desl.). *H. Barrandei*, Rou., *H. acuminatus*, Trom., Lebesc., *Dalmanites Rouaulti*, Trom., Lebesc. (*D. incertus*, Rou., *non* Desl.). *Chirurus sp.*, considérés, à tort, comme appartenant au genre *Calymene*, en le citant à Gahard et à Stangzôn près Landerneau. *Beyrichia Hardouini*, Rou., abondante aussi dans le calcaire d'Izé et au Fret dans les schistes de la rade de Brest, *Ceratiocaris sp.*, *Orthoceras Rouaulti*, Trom., Lebesc. (*O. gregarium*, Rou., *non* Sow.). *O. vermiculare?*, Vern., *O. Cazanovei*, Rou., *O. Jovellani*, Arch., Vern., *Cyrtoceras* (plusieurs espèces qui se trouvent également dans le grès de la rade de Brest), *Tentaculites scalaris*, Schloth., *Bellerophon subtrilobatus*, Trom., Lebesc., *B. Treali*, Rou., *Platyceras (Natica) Cotentinum*, d'Orb., *P. (Cyrtolitus) Boblayei*, Rou., *Acroculia (Capulus) Lorierei*, Vern. (des moules du calcaire de La Baconnière montrent une impression musculaire unique bien distincte). *Platyostoma sp.*, divers autres Capuloïdes, des Murchisonies indéterminées, *Pterinea (Avicula) matutinalis*, d'Orb., *P. lævis*, Vern. sp., *P. desiderata*, Trom., Lebesc. (*Pterinea sp.*, Edg., *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXX, p. 47, pl. V, fig. 3; 1874), que nous connaissons aussi à Plougastel (beaucoup d'espèces du même genre restent à décrire), *Modiolopsis lingualis*, Salt., *M. Delagei*, M.-Ch., *M. Lebescontei?*, Edg., *Avicula?* du groupe d'*A. pollens*, Barr., *Ctenodonta sp.*, Edg. (*loc. cit.*, pl. VI, fig. 6), *Grammatomysia (Cypricardia) Mariana*, Rou., *G. Davidsoni*, Rou. sp., avec laquelle paraît être identique *G. Halli*, M.-Ch., *G. Ludovicana*, Rou. sp., *G. (Pholas) Cordieri*, Rou., *G. Armoricana*, M.-Ch., qui n'est autre qu'*Orthonota grammysioides*, Salt. (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XX, p. 300, pl. XVI, fig. 10; 1864), et qui ressemble assez à *G. Ludovicana* pour qu'on ait pensé qu'elle devait y être réunie. *G. Lyelli*, M.-Ch., *G. Tromelini*, M.-Ch., *G. Murchisoni*, M.-Ch. — Nous n'avons pas rencontré dans ce grès *G. Hamiltonensis*, Vern., que l'on y a citée ; mais l'espèce de Néhou que l'on attribue au type américain existe dans le *calcaire* de Gahard, ainsi que nous avons pu nous en assurer à l'aide d'échantillons du grès argilo-ferrugineux de la Manche provenant de la collection de Gerville. Beaucoup d'espèces bretonnes du même genre et de divers horizons restent à décrire. — *Allorisma (Anatina) Dureti*, Rou., *Lunulocardium ventricosum*, Eth. Edg. (une espèce qui ne paraît pas en différer se rencontre dans la grauwacke du Finistère à Braspartz) *Discina incerta*, Dav., *Lingula Murchisoni*, Rou., *Nucleospira Vicaryi*, Dav., *Rhynchonella sp.*, Dav. (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXVI, p. 81, pl. V, fig. 5 et 6; 1870), *R. ovalis*, Dav., *R. Valpyana*, Dav., *R. Vicaryi*, Dav. (c'est probablement *Terebratula Thebeaulti*, Rou.), *Spirifera Rousseaui*, Rou. (*Spirifer subspeciosus*, Vern.), si abon-

que ces fossiles font complétement défaut dans le terrain silurien supérieur de la grande zone centrale d'Europe (1). Ce grès renferme un grand nombre d'espèces de Brachiopodes reconnues comme dévoniennes en Espagne, dans les contrées Rhénanes, en Belgique, au Bosphore de Thrace et jusqu'en Amérique ; il offre aussi beaucoup de formes communes avec les calcaires, qui lui sont supérieurs, du Bois-Roux en Gahard, de La Motte-Saint-Gervais en Izé, de La Baconnière, de Saint-Germain-le-Fouilloux, etc., que tout le monde s'accorde à considérer comme dévoniens. L'une des espèces les plus caractéristiques des grès ferrugineux inférieurs au calcaire de Néhou (Manche), *Platyceras Cotentinum*, d'Orb. sp., n'est pas rare dans le grès de Gahard, avec lequel certains grès des environs de Saint-Sauveur-le-Vicomte sont absolument identiques ; *Orthis Monnieri*, Rou., abonde dans ceux-ci comme à Gahard et dans la rade de Brest.

Les calcaires supérieurs ne constituent pas des couches continues, et souvent ils font défaut ou sont représentés d'une façon très-rudimentaire. Ils sont toujours très-mêlés, à leur partie supérieure principalement, avec les schistes dans lesquels ils sont intercalés (*Jarres* des carriers) (2). Quand ils manquent, le grès est immédiatement surmonté de schistes et de grauwackes. Les calcaires sont d'ailleurs beaucoup plus intimement liés aux grauwackes qu'aux grès inférieurs, au point de vue paléontologique.

La série dévonienne d'Ille-et-Vilaine est, suivant nous, composée de la sorte (de haut en bas), comme dans toute la Bretagne :

3 { Schistes de Montigné (Mayenne).
Schistes et grauwackes de La Lézaie, de La Coudraie, etc., à *Pleurodictyum problematicum*.
2 { Calcaires à *Athyris undata* de Gahard, d'Izé, de La Baconnière, etc., fréquemment mêlés de schistes.
1 { Grès à *Orthis Monnieri* de La Bodinaie près Pierrio (Loire-Inférieure), de Gahard, de Saint-Aubin-d'Aubigné, et grès homologues.

dant dans le calcaire supérieur et dans les grauwackes, *Spiriferina cristata*, Schloth., var. *octoplicata*, Sow., *Merista plebeia ?*, Sow. (*Terebratula scalprum*, Rœm.), *Athyris sp.*, voisine d'*A. undata*, Defr., mais cependant distincte, *Orthis hipparionyx*, Vanux., *O. Monnieri*, Rou. (*O. Vicaryi*, Dav.). *Strophomena Etheridgei*, Dav., *S. Budleighensis*, Dav., *S. Rouaulti*, Dav., *Streptorrhynchus* (plusieurs espèces), etc., *Pleurodictyum Constantinopolitanum*, Rœm. (nous appliquons ce nom à l'espèce du grès du Cotentin que Dalimier (*op. cit.*, p. 93) a désignée sous le nom de *P. problematicum*, var. *k*), Bryozoaires et Crinoïdes indéterminés, enfin des corps analogues aux *Tigillites* du grès armoricain et du grès de May.

(1) Barrande, *Déf. Colonies*, t. III, p. 275 et 279 ; 1865.

(2) L'allure des couches calcarifères a été fort bien décrite par MM. Dorlhac et Samin, dans un travail intitulé : *Du chaulage des terres et de la fabrication de la chaux dans le dép. de la Mayenne* (*Bull. Soc. Ind. minérale*, 1re sér., t. X, p. 511 ; 1866).

M. Delage a, au contraire, placé les grauwackes et les schistes *au-dessous* des calcaires et *au-dessus* de ces grès, tout en reconnaissant qu'il y a des schistes également au-dessus des calcaires, et en parlant de grès qui seraient supérieurs (1). Il arrive, il est vrai, que les grès placés à la base de la série dévonienne de Bretagne contiennent des lits généralement minces de schistes, comme il peut se faire que les grauwackes supérieures présentent des lits calcarifères et peut-être des couches gréseuses ; mais ce sont de simples accidents minéralogiques, qui n'affectent nullement l'ordre des faunules de chaque zone, ni des grandes masses minérales, dont les différences paléontologiques sont d'ailleurs assez peu tranchées. Il ne faut pas prendre à la lettre les dénominations que nous donnons aux différentes parties du terrain (dévonien) de la rade de Brest, *Région des grès, Région des calcaires, Région des schistes et des grauwackes,* comme le dit Frapolli (2), qui a reconnu le même ordre de succession dans le Finistère.

L'énumération des localités citées par M. Delage indique bien qu'il parle des mêmes assises que celles que nous plaçons dans un ordre différent, c'est-à-dire des grauwackes à *Pleurodictyum problematicum,* Goldf. Nous ferons observer que notre classification concorde absolument avec celle que Dalimier a établie dans la Manche (3), et qu'en outre nous conservons purement et simplement celle de la carte de Durocher.

Le grès dévonien repose en stratification transgressive sur les différentes couches du terrain silurien. On peut l'étudier particulièrement et y recueillir des fossiles : aux Onglais en Saint-Jean-sur-Mayenne, à La Grammairie en Saint-Germain-le-Fouilloux, à L'Épinay au sud de La Baconnière (Mayenne), où, comme dans Ille-et-Vilaine, il est incontestablement inférieur au calcaire de ces localités, à La Peuverie en Bourgon (Mayenne), aux environs d'Izé, à La Touche en Livré, à La Grange en Saint-Aubin-du-Cormier, à la Butte de la Normandie, à la carrière de Bellecour (butte de Bon-Air) et au Rocher en Ercé, sur la lande de Saint-Aubin-d'Aubigné, à la Corbière, à La Lande-Pleine et à Bellevue au nord de Saint-Aubin-d'Aubigné, près de La Molière,

(1) Nous ne faisons de réserves qu'en ce qui concerne la localité de Bourgon (Mayenne), que nous n'avons pu encore suffisamment étudier. Dans la Manche la partie supérieure de la série dévonienne est constituée par les grès rouges de Saint-Jores, dont l'aspect minéralogique rappelle beaucoup certaines couches du grès de May.

(2) *Mémoire sur la disposition du terrain silurien dans le Finistère,* p. 35 (*Bull. Soc. géol. Fr.,* 2e sér., t. II ; 1845).

(3) *Stratigraphie des terrains primaires dans la presqu'île du Cotentin,* p. 104 ; 1861.

au Bois-Marie, à La Colombière, etc., au nord de Saint-Germain-sur-Ille, à La Boë, etc., en Gahard, au rocher du Mignon sur la route de Sens, à La Ménardaie en Gahard, où l'on constate bien sa superposition au grès silurien qui contient les ampélites, ce qui explique comment les auteurs qui y ont assimilé le grès de May se sont vus dans la nécessité de placer ce dernier au-dessus de certaines couches à Faune troisième silurienne. Enfin le grès à *Orthis Monnieri* est assez bien développé jusqu'au-delà de Caulnes (Côtes-du-Nord). M. Lehir (1) l'a signalé dans beaucoup de localités des environs de Morlaix, de Châteaulin, de la rade de Brest et de Landerneau : au sud de cette dernière ville, sous Kerlézérièn, à Stang-Zon en Dirinon, il est vert-olive, comme à Izé (2) et dans quelques localités du Cotentin. Il existe au nord de Poullaouèn, à Skrignak, à Koätkô, à Lestrézek, etc. (Finistère), d'où il se prolonge dans la partie occidentale des Côtes-du-Nord vers Karnoët, en contenant toujours la même faune qu'à Gahard et qu'à Saint-Aubin d'Aubigné.

Tandis que dans la rade de Brest le grès à *Orthis Monnieri* est surmonté des calcaires, qui eux-mêmes supportent les schistes et les grauwackes, comme dans Ille-et-Vilaine, plus à l'est du bassin du Finistère on le trouve souvent isolé au-dessus des phyllades de Landerneau (3), par suite des dénudations (?), ou bien sous la grauwacke sans inter-

(1) *Sur l'âge des roches fossilifères du Nord du Finistère dans les arrondissements de Morlaix, Brest et Châteaulin, Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXVIII, p. 87; 1871 : et *Age géologique des roches du Nord du Finistère. Congrès scientifique de France, tenu à Saint-Brieuc en juillet 1872;* 1873. — Puyo, *Notice nécrologique sur le docteur D. Lehir, Bull. Soc. archéologique du Finistère*, t. III, p. 105; 1875.

Presque toutes les espèces que nous avons citées dans le grès à Gahard se retrouvent dans le grès du même âge du Finistère; nous mentionnerons en outre : *Proetus sp.*, *Hyolithes sp.* (Landerneau), *Rensselaeria strigiceps?*, Rœm. (Kozkerkeramprat), *Athyris incerta*, Dav. (rade de Brest), *A. erratica*, Dav. (Kerlézérièn au sud de Landerneau), *Pterinea Lehiri*, Trom. (= *Avicula retroflexa?*, Edgell, *non* Hisinger, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXX, p. 47, pl. V, fig. 4 ; 1874) (Kozker-Keramprat en Saint-Martin-des-Champs, entre Pleyber-Christ et Morlaix), *Grammatomysia Murchisoni*, M.-Ch. (individus quatre ou cinq fois plus grands que les types de Gahard (Le Liétez en Saint-Éloi), *Phthonia sp.* (Kozker-Keramprat ou tranchée entre Pleyber-Christ et Morlaix), *Actinodesma sp.* (rade de Brest), plaques de Crinoïdes semblables à celles que Dalimier a signalées dans le grès du Foyer (*Strat. terr. prim. Cotentin*, p. 94), très-abondantes à Stang-Doun sous Kerlézérièn, à Plougastel et à Gahard, *Pentremites* comme à Gahard. — Une partie des déterminations de M. Lehir demande à être confirmées.

(2) Dalimier, *op. cit.*, p. 103.

(3) Nous avons proposé le nom local de *Phyllades de Landerneau* pour les schistes satinés cambriens, avec veinules de quartz, de la Basse-Bretagne (*Ess. Cat. Foss. sil., Assoc. Franç., Congr. Nantes*, p. 606 ; 1876 ; — Dollfus, *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. IV, p. 470 ; 1876). — A Plougastel-Daoulas le grès à *Orthis Monnieri* repose sur le quartzite à *Tigillites* (grès armoricain).

position apparente de calcaire. Des sondages pourraient peut-être faire reconnaître les roches calcaires autour de Poullaouèn et de Carhaix (Ker-Aèz), de même que les tranchées du chemin de fer de Nantes à Landerneau l'ont mis au jour sur plusieurs points au nord de Châteaulin.

C'est par erreur que l'on a cru que dans Ille-et-Vilaine le grès de la butte de Bon-Air était supérieur au calcaire de La Tessardière; il aurait fallu dire le contraire. Il en est de même en ce qui concerne La Daviaie en Gahard et les environs d'Izé (1), comme pour tout le reste d'Ille-et-Vilaine. M. Delage a signalé comme des exceptions les cas où les couches calcarifères reposent sur les grès, bien qu'il en constate quelques-uns : ces cas rentrent dans la règle générale. On peut très-bien se rendre compte de ces faits à Vilpic, à La Coudraie et à La Motte-Saint-Gervais en Izé : on y voit que les calcaires sont inférieurs à la grande masse des schistes. A La Lézaie, sur la nouvelle route de Gahard à Ercé, les schistes et les grauwackes sont au-dessus du calcaire, et on peut y remarquer que les parties supérieures de l'ancienne exploitation sont les plus pauvres en calcaire, pour devenir stériles et complétement schisteuses. D'après la direction des couches et la disposition de la localité, le calcaire repose sur les grès et se trouve en arrière de la grande masse des schistes, tandis que ceux-ci, partiellement recouverts par le falun, remplissent la partie basse de la vallée; de même à Gahard, entre la grauwacke et le grès, le calcaire est masqué par les alluvions; aussi faut-il s'écarter de ces points pour arriver à constater l'ordre réel de succession des assises en toute connaissance de cause.

A Quesnon, au sud-ouest de Saint-Aubin-d'Aubigné, le calcaire repose également sur les grès et il est recouvert par les schistes et les grauwackes fossilifères. Il avait d'abord été considéré comme carbonifère, mais avec doute, et seulement parce que l'on n'y rencontre que des fragments d'Encrines, ce qui le rapprochait du calcaire de Laval, qui ne présente pas d'autres fossiles et même seulement à l'ouest de la ville sur la route de Vitré.

Les schistes et les grauwackes supérieures au calcaire nous ont offert de nombreux fossiles à La Lézaie en Gahard, à La Coudraie en Izé et au Bois-Marie au nord de Saint-Germain-sur-Ille. Il n'est pas rare d'y trouver *Pleurodictyum problematicum*, conforme au type de la grauwacke de l'Eifel, à laquelle la nôtre paraît correspondre, et comme

(1) M. Delage cite le genre *Calceola* à Izé; il en existe une espèce à Nébou (*C. Gervillei*, Bayle); mais dans l'Ouest de la France aucune n'a été rencontrée en dehors de cette localité, du moins à notre connaissance, et une pareille découverte serait inattendue.

composition minéralogique, et comme faune d'ensemble. Dalimier et Bonnissent ont très-bien établi la place que ce fossile occupe dans la série du département de la Manche.

On rencontre le même niveau au nord d'Alençon, à Glatigny en Radon (Orne), où la grauwacke micacée contient les mêmes espèces qu'à La Lézaie.

Dans le Finistère, M. Guillier a fait observer, avec raison suivant nous, que les ardoises de Châteaulin étaient dévoniennes; on peut les placer également à la partie supérieure du terrain dévonien de Bretagne. Il en est de même, peut-être, des schistes de Daoulas (Finistère), où des Astéries du genre *Protaster* ont été découvertes par M. Davy. Les grauwackes sont plus développées dans la rade de Brest que dans Ille-et-Vilaine. On y trouve, au Fret, à Landévénec et entre Le Faou et Rumengol, *Strophalosia productoides*, Murch. sp. (*Productus caperatus*, Aut.), qui indiquerait un horizon plus élevé. Cette espèce et *Productus subaculeatus*, Murch., du Dévonien supérieur de Cop-Choux (bassin de la Basse-Loire), sont les seuls *Productus* connus en Bretagne.

Au reste, les calcaires et les grauwackes contiennent un grand nombre d'espèces identiques; l'analogie est beaucoup plus sensible entre leurs faunes qu'avec celle des grès. Quand le calcaire vient à manquer, *il y a absence d'un dépôt minéralogique, mais non hiatus paléontologique.*

La Bretagne présente, en outre, des couches dont l'âge est incertain. Les schistes vert-clair, avec calcaires magnésiens, qui s'étendent depuis Le Dourdu en Plouézoc'h, au nord de Morlaix, par Locquirec, sur les deux bords de la baie de Plestin, jusqu'à Saint-Efflamm et au-delà (Côtes-du-Nord), ne contiennent que des fragments de Crinoïdes, et l'absence d'autres fossiles ne permet pas de les classer définitivement. C'est M. de La Fruglaye qui les a signalés le premier, il y a plus d'un demi-siècle; ils ont été considérés comme cambriens par les auteurs de la *Carte géologique de la France* (voir de Fourcy, *Explication de la Carte géologique du Finistère*, p. 99; 1844), et comme dévoniens par M. Lehir (1).

(1) Notre confrère M. Dollfus a signalé dernièrement des débris de Crinoïdes, avec l'Actinie qu'il a désignée sous le nom de *Palæactis vetula*, dans la grauwacke très-micacée et calcarifère de Carteret, près des Moitiers-d'Allonne (Manche), qu'il attribue au terrain cambrien (*Mém. Soc. Sciences naturelles de Cherbourg*, t. XIX, p. 224; — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. IV, p. 470). Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance de cette découverte : les Crinoïdes étaient inconnus dans la faune cambrienne, et la présence d'un Polypier, particulièrement d'un Polypier *mou*, mérite toute l'attention des paléontologues.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

Il importe beaucoup de bien établir la succession des zones dans le terrain dévonien de la Bretagne ; en effet il renferme presque tous les gisements de calcaires exploitables. L'usage de la chaux a une grande influence sur les progrès de l'agriculture dans notre pays. L'Armorique est encore la terre où fleurissent les ajoncs et les bruyères ; mais chaque jour les landes disparaissent, et si le poète s'afflige de ces changements, le propriétaire doit y applaudir et les seconder. La stérilité du centre de la Bretagne contraste avec la richesse du littoral, la *ceinture dorée* qui l'encadre. Au point de vue économique, la géologie est appelée à rendre un immense service, en indiquant la position des bancs calcaires ; si nos idées sont exactes, il est présumable qu'on en rencontrera dans la région centrale au-dessous de la grande masse des grauwackes.

C'est à un horizon peu différent de celui des schistes et des grauwackes d'Ille-et-Vilaine, qu'appartiennent les fossiles signalés par notre collègue, M. Dorlhac, dans les schistes du toit de la mine d'anthracite de Montigné (Mayenne) (1), et qu'il a bien voulu communiquer à l'un de nous. Les espèces de Montigné sont les mêmes qu'à Liré près Ancenis.

Il est contestable que les couches à anthracite de la Basse-Loire soient réellement dévoniennes (2), et nous les placerions volontiers au niveau des anthracites de la Sarthe *inférieures* au Calcaire carbonifère, niveau distinct, d'ailleurs, de celui des anthracites *supérieures* au Calcaire carbonifère de Sablé, ce qu'il faut bien remarquer. S'il existe dans le bassin de la Basse-Loire des calcaires certainement dévoniens, ceux de Montjean et de Chalonnes, où l'on a cité *Caninia gigantea*, Mich., et qui abondent en Polypiers, pourraient bien être carbonifères. On doit remarquer que le calcaire-marbre de Chalonnes est dolomitique

(1) *Méthode d'exploitation des mines de houille et d'anthracite des départements de la Mayenne et de la Sarthe*, p. 5 ; 1862.

(2) On y cite : *Nevropteris tenuifolia*, Brongn., *Sphenopteris Hœninghausi* (var. *major*), Brongn., *S. tridactylis*, Brongn., *S. dissecta*, Brongn., *Calamites Cistii*, Brongn., *C. cannæformis*, Schloth., *Cannophyllites Virleti*, Brongn., *Sagenaria Weltheimiana*, Gœpp., *Lepidodendron gracile*, Lindl. et Hutt., *L. erectum*, Brongn., *L. fastigianum*, Brongn., *Stigmaria ficoides*, Aut., *Sigillaria minima*, Brongn., *S. venosa*, Brongn., etc. Une liste des espèces a été donnée par M. Millet dans la *Paléontologie de Maine-et-Loire*, p. 28 ; 1854.

Une observation de M. Rolland (*Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. II, p. 50 ; 1874) vient confirmer l'hypothèse que ces couches sont marines ; celles des bassins houillers de Clédèn-Cap-Sizun, de Kergogne, de Quimper (Finistère), de Saint-Mars-de-Coutais (Loire-Inférieure), de Malabri près Vieillevigne (Loire-Inférieure et Vendée), de Chantonay (Vendée), de Vouvant et Saint-Laurs (Vendée et Deux-Sèvres), de Saint-Pierre-Lacour (Mayenne), de Littry (Calvados), du Plessis (Manche), sont, au contraire, lacustres.

par places. Quand les études relatives à toutes ces couches seront terminées, on pourra, s'il y a lieu, établir les rapports qui existeraient entre les terrains anthraxifères de la Basse-Loire et ceux du Maine.

Nous n'aborderons pas ici cette question, plusieurs de nos amis ayant manifesté l'intention de s'en occuper. Rappelons seulement la discordance de stratification qui, suivant Dufrénoy, existe entre les couches anthraxifères et houillères du Maine, et citons : *Phillipsia gemmulifera*, Phill. sp., *P. Derbyensis*, Mart. sp., *Spirifer striatus*, Mart., avec de nombreux fragments de Bryozoaires, de Crinoïdes et de Polypiers, dans la grauwacke jaune qui supporte le calcaire noir carbonifère de Saint-Pierre-Lacour (Mayenne). Ces fossiles nous ont été communiqués par M. Saminn.

Toutefois nous avons à signaler le *Calcaire carbonifère* dans de nouvelles localités :

A l'extrémité de la péninsule, au sud du Pont-de-Buis (rade de Brest), l'un de nous a rencontré un calcaire noir, contenant *Productus semireticulatus*, Mart. sp.

Dans une excursion faite en 1869 avec notre collègue M. Ducrocq, il a reconnu que le calcaire à Polypiers inférieur aux couches houillères de Saint-Laurs (bassin de la Vendée), qui se trouve vers La Villedée et La Gaconnière, au nord d'Ardin (Deux-Sèvres), devait être attribué au même terrain. Ce calcaire, redressé presque jusqu'à la verticale, parait être supporté (1) par des couches de poudingues et d'une grauwacke jaune-rougeâtre semblable à celle de Saint-Pierre-Lacour, et présentant des apparences identiques de Bryozoaires, de Crinoïdes et de Polypiers.

L'existence du Calcaire carbonifère aux extrémités occidentale et méridionale du massif armoricain est l'un des faits les plus importants que nous ayons à faire connaître. Divers indices nous font croire à son existence sur des points intermédiaires entre ceux que nous venons de signaler et ceux où il est déjà connu. A La Gaconnière et au Pont-de-Buis il est noir comme à Sablé, tandis qu'à Régnéville (Manche) il est blanc et subcristallin.

VII. Conclusions.

Les principaux faits que nous venons de signaler ou de discuter, relativement à la géologie de la Bretagne et particulièrement d'Ille-et-Vilaine, sont les suivants :

A. Les *schistes cambriens* sont *fossilifères*, au moins à leur partie

(1) Fournel, *Étude des gîtes houillers et métallifères du Bocage vendéen*, p. 28; 1836.

supérieure; mais c'est à tort que l'on a cru y reconnaître des Bilobites.

B. M. Rouault avait depuis longtemps signalé l'existence de son *grès armoricain* dans le Nord d'Ille-et-Vilaine.

C. Les grès de *Saint-Germain-sur-Ille* et de la *lande de Baugé* et leurs homologues appartiennent à la *Faune seconde silurienne*. Sauf le grès à Bilobites, les divers grès fossilifères du Nord d'Ille-et-Vilaine ont été confondus et placés dans un seul et même étage : M. Rouault les a *tous* considérés comme appartenant au Silurien supérieur; M. Delage les a *tous* regardés comme dévoniens. La vérité est en dehors de ces deux assertions, et l'un de nous a, dès 1873-74, établi quelle était leur vraie place dans la série, en distinguant le grès de Saint-Germain du grès de Gahard.

D. Les ampélites de *La Ménardaie*, au nord de Gahard, appartiennent à l'horizon à *Graptolithus colonus*, c'est-à-dire à la *Faune troisième silurienne*. Elles sont intercalées, comme presque partout ailleurs, dans des couches de grès, à la partie supérieure de celles-ci. Nous considérons les schistes ampéliteux comme supérieurs aux couches à *Faune seconde* de May et de Saint-Germain, contrairement à l'opinion de Dalimier.

E. La faune des *calcaires ampéliteux* de Feuguerolles n'est pas reconnue dans le Nord d'Ille-et-Vilaine, mais elle existe dans le Sud, dans la Mayenne et dans la Loire-Inférieure. On trouve en outre à Erbray divers fossiles de l'étage F de Bohême, sans que la ligne de démarcation entre les calcaires à faune silurienne et les calcaires à faune dévonienne y ait pu encore être définitivement tracée.

F. De même que dans le Cotentin et dans presque tout le reste du massif breton, les *grès* de Gahard et de Saint-Aubin-d'Aubigné, ou grès à *Orthis Monnieri*, constituent, dans le Nord d'Ille-et-Vilaine, la *base* du terrain dévonien.

G. Les grauwackes et les schistes de La Lézaie, etc., à *Pleurodictyum problematicum* sont *supérieurs* aux couches calcarifères du Bois-Roux (Gahard), etc.

H. Quelques-unes des assises paléozoïques de la partie méridionale d'Ille-et-Vilaine font défaut dans le Nord, et réciproquement ; du moins leur existence n'a pas été constatée tant dans l'une que dans l'autre des deux régions. Dès lors, malgré de fortes analogies, il n'y a pas lieu d'établir un parallélisme complet.

Nous publierons une série de coupes à l'appui de nos vues, car celles de M. Delage, tracées d'ailleurs sans échelle, nous paraissent en partie construites graphiquement d'une manière un peu idéale. La partie de la Bretagne dont il s'est occupé est très-boisée, ou bien le

sous-sol est masqué par la culture, et nous ne concevons guère comment certaines coupes ont pu être établies au travers des champs. Nous sommes, d'ailleurs, les premiers à reconnaître que le travail de M. Delage (1) constitue un progrès sur les travaux antérieurs, — et nous sommes loin de prétendre n'avoir, nous-mêmes, commis aucune erreur dans ce trop court exposé. On comprendra aussi que nous n'ayons pu y faire connaître beaucoup des faits que nous avons constatés en explorant le massif breton depuis sa bordure jurassique jusqu'à l'extrémité du Finistère.

Étude sur les **terrains** *des environs de* **Saint-Germain-sur-Ille** *(Ille-et-Vilaine)*,

par M. **Delage.**

Les grès de Saint-Germain-sur-Ille se montrent en plusieurs en-

(1) Un *Profil géologique du chemin de fer de Rennes à Redon* vient d'être publié par M. Delage *(Bull. Soc géol.*, 3e sér., t. IV, p. 226). Nous aurons à présenter des observations au sujet de ce travail, bien qu'en général il ne soit point en désaccord avec les vues stratigraphiques que nous avions antérieurement exposées au *Congrès de l'Association Française à Nantes* (août 1875) et dont un extrait a immédiatement paru dans la *Revue scientifique*. Nous avons indiqué ci-dessus que c'était à tort que l'on avait cru trouver des Bilobites dans les schistes de Rennes; quand même on en trouverait, il serait très-hasardeux d'en conclure qu' « on doit réunir ces schistes avec les schistes rouges et les grès à Bilobites, dans un seul et même étage, qui serait contemporain de la Faune primordiale de M. Barrande. » En effet, le grès à Bilobites contient des fossiles de la Faune seconde silurienne bien caractérisés. M. Delage indique ensuite des *poudingues intercalés* dans les *schistes ardoisiers* à *Calymene Tristani*, à la tranchée de Brémalin, au sud de la station de Bain-Lohéac (Ille-et-Vilaine); suivant nous, les poudingues que l'on voit à cette tranchée, et que l'on retrouve à quelque distance au nord, à celle de La Béraudaie, séparent les schistes cambriens des schistes rouges, et, sauf à cet endroit, la ligne est construite sur le terrain cambrien, depuis la tranchée d'Uzel jusqu'à celle de Beuvres. Jamais nous n'avons vu de poudingues dans nos schistes ardoisiers: pas plus que les *grès* de Cado, au nord-est de Saint-Nicolas-de-Redon (Loire-Inférieure), ne sont *intercalés*, à leur tour, dans le même étage. Notre confrère a considéré le grès de La Garenne, au nord de Beslé (Loire-Inférieure), comme grès à Bilobites, tandis qu'en réalité il est supérieur aux schistes ardoisiers. Enfin les couches de minerais de fer, abondantes dans le terrain silurien de ce pays, entre le grès armoricain et le schiste ardoisier, ne sont pas indiquées. — Nous reviendrons sur ces questions et sur divers points de détail en publiant ce *Profil* à notre tour.

Au surplus, à la suite de courses entreprises avec l'un de nous, M. Delage nous a fait connaître qu'il admettait que le grès de Saint-Germain devait être considéré comme silurien, et que le calcaire dévonien était placé entre les grès et les schistes et les grauwackes, et qu'il modifierait son exposé oral à la séance du 20 avril 1876 suivant ces données.

droits : à La Bouexière, à Champeaux, à Chevré, à La Buzardière. Il importe d'en fixer nettement le niveau.

La rivière d'Ille reçoit successivement, sur sa rive gauche, en allant du nord au sud :

1° Le ruisseau d'Andouillé, qui coule dans une profonde vallée, en séparant deux coteaux formés de roches diverses. Sur le coteau situé au nord, l'on remarque, vers le chemin de fer, des schistes métamorphiques que l'on retrouve dans la vallée; leur direction, mesurée à la boussole, est O. 8° N.-E. 8° S.; leur plongement de 40° vers le Nord.

2° Un petit ruisseau qui sépare les communes de Saint-Médard et de Saint-Germain-sur-Ille. La région située entre ce ruisseau et celui d'Andouillé forme un plateau sur lequel est bâti le bourg de Saint-Aubin-d'Aubigné, et qui s'abaisse un peu du côté de Saint-Médard. Tout ce plateau est recouvert par des grès ; en quelques endroits on voit des schistes supérieurs à ces grès et des dépôts de minerai de fer. De l'autre côté de ce deuxième ruisseau se trouve le coteau de Saint-Germain-sur-Ille, qui vient se réunir au plateau de Saint-Aubin à peu de distance du premier de ces deux bourgs.

3° Le ruisseau de Quenon. Toute la région comprise entre Saint-Germain, la Croix de Brin, Saint-Aubin-d'Aubigné et la route départementale de Rennes à Antrain, forme une petite dépression, recouverte de mamelons entre lesquels coulent des filets d'eau qui, en se réunissant, constituent le ruisseau de Quenon. Dans cette région on rencontre des grès, des schistes et des calcaires. Le coteau de Saint-Germain et celui de la Croix de Brin à Saint-Aubin-d'Aubigné forment une partie du contour de cette dépression.

Sur la rive droite du canal d'Ille-et-Rance, on trouve successivement, en allant du sud vers le nord :

1° Un ruisseau qui prend sa source au sud du bourg de Montreuil-le-Gast et qui vient déboucher dans le canal près de Saint-Germain-sur-Ille. Ce ruisseau, dirigé O. - E., coule d'abord sur des schistes, puis sur des grès supérieurs à ces schistes.

2° Au-delà d'une colline constituée par les grès et qui forme le prolongement du coteau de Saint-Germain-sur-Ille, un second ruisseau qui naît au nord de Montreuil-le-Gast et a la même direction que le précédent.

3° Le ruisseau du Mouillé, qui prend sa source vers La Paumerie, traverse l'étang du Bois Geoffroy et vient se jeter dans le canal presque en face du bourg de Saint-Médard. Ce ruisseau, à peu de distance de sa source, forme la limite sud-est du plateau granitique d'Hédé; il coule ensuite sur des schistes métamorphiques. La contrée située entre les

deuxième et troisième ruisseaux est couverte de petites collines où l'on rencontre des grès et des schistes supérieurs à ces grès.

4° Un ruisseau qui sort de l'étang de Chenay, remonte vers le nord-est et vient se jeter dans le bassin de partage des eaux de l'Ille et de la Rance. Il reçoit, au sud de Guipel, un petit filet d'eau qui prend sa source vers La Maison-Neuve, forme la limite est du massif granitique d'Hédé, puis coule sur des schistes métamorphiques. La région située entre les troisième et quatrième ruisseaux est constituée en grande partie par des schistes métamorphiques.

De Saint-Aubin-d'Aubigné à Flutz. — A la carrière de Bellevue on voit des grès dévoniens à *Grammysia*. Ces grès, qui se dirigent vers la Croix de Brin, se retrouvent dans la carrière de M. Prioul. Des bancs de schistes intercalés entre les couches de grès indiquent nettement leur direction, qui, à la boussole, est O. 8° N.; leur inclinaison est de 85° vers le sud. La route départementale n° 1 de Rennes à Antrain traverse ces grès. On les revoit dans un puits creusé à l'extrémité du bourg, dans le jardin du Percepteur de Saint-Aubin. A 200 mètres de Saint-Aubin, du côté de Rennes, dans le ruisseau de la route, se montrent des schistes qui ont la même direction que ces grès et plongent vers le sud.

En allant de Saint-Aubin-d'Aubigné à la Croix de Brin, on rencontre à gauche une carrière de sable rouge, puis, à un kilomètre environ, des schistes en débris.

Un puits creusé à la Croix de Brin a traversé des schistes, puis des grès. La même série de couches se montre dans le puits de La Robinais.

A peu de distance au sud de la ferme de La Molière, on rencontre une carrière que j'ai fait voir à M. Lebesconte, lors d'une course faite ensemble aux environs de Saint-Germain-sur-Ille. Les couches de grès de cette carrière sont presque horizontales, avec plongement très-faible vers le nord. Elles reposent donc sur les grès de la carrière du Rocher, qui est située un peu plus au sud et dont les couches plongent aussi vers le nord. Les grès du champ de La Gatinais contiennent des fossiles analogues à ceux de La Boë et de la butte de La Foulerie. Dans les pierres qui ont servi à la construction du cellier de la ferme de La Robinais, l'on peut ramasser la *Spirigerina undata*, fossile trouvé dans les calcaires dévoniens du Bois Roux, ainsi que le grand *Orthis* que l'on voit aussi sur les murs de la ferme de La Boë.

De Saint-Médard à Saint-Germain-sur-Ille. — Suivons maintenant le vieux chemin qui va de Saint-Médard à Saint-Germain.

A Saint-Médard on marche sur des grès que l'on retrouve entre ce bourg et le chemin de fer, sur la route de Guipel. Ils sont quartzeux, plongent vers le sud, et sont sensiblement dirigés O. 10° N. (à la bous-

sole). Dans une petite dépression du plateau situé entre Flutz et Saint-Médard, on rencontre des schistes à cassure conchoïde et qui paraissent plonger vers le nord. Plus loin, dans les pierres des champs qui entourent la ferme de La Colombière, on peut recueillir des *Grammysia* identiques avec celles de la carrière de Bellevue.

Sur la route entre Flutz et le Bois Marie on rencontre quelques minerais de fer (champ de La Roche), puis des grès rougeâtres, en petits bancs, avec dépôts d'oxyde de fer, mêlés de petites couches schisteuses, qui sont dirigés O. 10° N. et plongent vers le sud. M. Lebesconte a trouvé dans ces grès des fossiles dévoniens.

Dans le vallon où coule le ruisseau qui sépare les communes de Saint-Médard et de Saint-Germain-sur-Ille, on voit des schistes qui plongent vers le sud, dont la direction est toujours O. 10° N., et dans lesquels M. Lebesconte a ramassé des fossiles analogues à ceux de La Lezais. Ces schistes, placés au-dessus des grès, correspondent donc à la grauwacke dévonienne.

Dans ce même vallon, à 50 mètres de la ferme du Ménil-Aniet, les déblais d'un puits montrent des grès tendres analogues à ceux que l'on a rencontrés à la ferme de La Robinais.

Dans la carrière située sur le côteau de Saint-Germain-sur-Ille, près du Calvaire, les grès sont dirigés sensiblement O. 5° S. et plongent de 40° vers le sud. Il est probable que les grès observés à la ferme du Ménil-Aniet plongent vers le nord et reposent sur ceux de Saint-Germain-sur-Ille, après un contournement de ces derniers.

Coupe suivant le profil en long du chemin de fer de Rennes à Saint-Malo, entre les bornes kilométriques 394,9 et 398,6. — Au nord de la borne 394,9, après le pont, on voit des grès qui contiennent des *Orthis* semblables à ceux de La Bouexière et des Graptolithes; ces grès sont dirigés O. 10° N. et plongent de 40° vers le sud. On les retrouve dans les carrières ouvertes à droite et à gauche du canal d'Ille-et-Rance, avec la même direction et la même inclinaison. Ils ont partout sensiblement le même aspect cristallin; toutefois, dans la carrière située sur la rive droite du canal, ils sont, à leur partie supérieure, beaucoup plus rougeâtres.

Avant la borne kilométrique 395, plusieurs couches d'ardoises se montrent intercalées dans les grès; la coupe donne :

1. Ardoises	0,50	4. Ardoises	0,10
Grès	0,60	Grès	3,00
2. Ardoises	0,50	5. Ardoises	0,40
Grès	0,80	Grès	1,50
3. Ardoises	1,00	6. Ardoises	0,20
Grès	5,00		

A la borne 395,4, les grès, avec schistes intercalés, plongent vers le sud de 40° environ ; leur direction n'a pas changé. Mais vers l'extrémité de la tranchée suivante, on voit les bancs se recourber et plonger vers le nord ; il faut toutefois constater qu'ils conservent leur fissilité vers le sud.

A la borne 396,2, on voit un grès ferrugineux, incliné vers le nord de 50° ; les bancs sont brisés et on y rencontre toujours des lits de schistes intercalés. Il ne faut pas perdre de vue que l'on est entre Flutz et le Bois Marie, que la route de Saint-Médard à Saint-Germain-sur-Ille suit en cet endroit le chemin de fer, et qu'à la descente du coteau vers le ruisseau du Bois Marie, à peu de distance de ce ruisseau, on trouve des schistes plongeant vers le sud.

Vers la borne 397,1, les grès plongent vers le sud ; ils renferment des couches de schistes, dont l'une a 10 mètres d'épaisseur. Les grès sont en petites plaquettes, et les couches de schistes sont beaucoup plus fréquentes.

Entre les bornes 396,2, et 397,1, on passe deux fois le canal et les grès avec schistes plongent, de part et d'autre, en sens inverse, tout en conservant sensiblement la même direction.

A la borne 397,8, on rencontre de la grauwacke, puis des grès inclinés vers le sud, enfin une épaisse assise de schistes qui sont d'abord verticaux, puis, quelques mètres plus loin, plongent vers le sud. Près du passage à niveau de la route qui va de Guipel vers Saint-Médard, on voit une carrière de grès très-dur, inférieur aux schistes et plongeant vers le sud. De l'autre côté du chemin de fer, vers Guipel, on exploite une carrière de sable jaune.

A la borne 398,6, on voit des schistes métamorphiques qui plongent vers le nord et s'étendent jusqu'auprès de la station de Montreuil-sur-Ille.

Relations entre les grès de Saint-Germain-sur-Ille et les schistes de Rennes. — Lorsqu'on suit la route de Mézières à Montreuil-le-Gast, on trouve, après avoir traversé le ruisseau qui prend sa source vers Montreuil-le-Gast et qui se jette dans le canal près de Saint-Germain-sur-Ille : 1° des schistes qui ont l'apparence d'ardoises et sont dirigés O. 10° N.; 2° des grès qui plongent vers le nord de 85°. Si on longe la crête de la colline qui va de Montreuil-le-Gast à Saint-Germain-sur-Ille, on rencontre, à 200 mètres environ de Montreuil-le-Gast, les mêmes grès presque verticaux, avec une faible inclinaison vers le sud. Ainsi, les grès de Saint-Germain-sur-Ille et ceux de Montreuil-le-Gast sont supérieurs aux schistes de Rennes et reposent directement sur eux.

Partons maintenant de la ferme de La Guéhardière et dirigeons-nous vers Guipel. Dans le chemin tortueux qui conduit à la route de Saint-

Médard à Guipel, nous trouverons, à la ferme même de La Guéhardière, des grès dirigés O. 10° N. et plongeant de 40° vers le sud. A 50 mètres de la ferme, ces grès sont supportés par des schistes métamorphiques inclinés vers le sud. A une très-petite distance du point de contact, ces schistes, tout en conservant leur direction, plongent vers le nord. Il est intéressant de noter que vers le point de changement de l'inclinaison des couches, le métamorphisme est beaucoup plus prononcé ; les schistes sont analogues à ceux que l'on trouve tout près des masses granitiques. Ainsi cette bande de schistes, indiquée sur la *Carte géologique* de M. Massieu, est bien inférieure aux grès de Saint-Germain-sur-Ille et de Montreuil-le-Gast.

Coupe prise le long du canal entre Saint-Germain-sur-Ille et le pont du chemin de fer (borne 596, 4). — A l'écluse de La Fresnaye on voit des grès. Cent cinquante mètres plus loin se montrent des couches de schistes intercalées dans des grès qui reposent sur un poudingue quartzeux à grains fins.

A 50 mètres au-delà de l'écluse de La Boussaye, on retrouve des schistes, puis des grès, ayant toujours la même direction et plongeant toujours vers le sud. Sous ces grès se remarquent des schistes, qui, tout en conservant la même direction, ne tardent pas à plonger vers le nord et viennent passer sous des alternances de grès et de schistes.

A 150 mètres environ au-delà du pont du chemin de fer, se trouve, bâti sur une colline, le village de La Bruel. Dans les pierres volantes des champs qui entourent ce village, on peut ramasser des *Grammysia* analogues à celles de la carrière de Bellevue à Saint-Aubin-d'Aubigné.

Région comprise entre Saint-Aubin-d'Aubigné, Quénon et Saint-Germain-sur-Ille. — En allant de Saint-Germain à la Croix de Brin, on trouve, à un endroit appelé Le Rocher, une carrière d'un grès qui a le même aspect que le grès de Saint-Germain; seulement la direction des couches est O. 10° N., et elles plongent vers le nord de 40° environ.

Si l'on suit la route de Saint-Aubin-d'Aubigné à Saint-Germain par Quenon, on voit, vers Quenon, à gauche de la route, des schistes dont la direction est O. 10° N. et qui plongent vers le nord. Quelques pas plus loin, on retrouve ces schistes sur la droite de la route, avec la même direction O. 10° N., mais avec un plongement vers le sud.

Si l'on marche perpendiculairement à leur direction, on arrive, à peu de distance de la route, à une carrière de calcaire-marbre, dont les couches sont également dirigées O. 10° N. et plongent de 40° vers le sud. Remontons maintenant le champ au bas duquel est ouverte cette carrière, et prenons à droite ; à 200 mètres environ de la carrière, près d'une ferme, nous trouverons des grès micacés ayant toujours la direction O. 10° N. et plongeant vers le nord. Dans ces grès sont intercalés

des schistes, et ils sont supportés par des schistes micacés que l'on ne voit que sur une faible épaisseur. Si, au lieu de prendre à droite, nous continuons à marcher perpendiculairement à la direction des couches, nous trouvons près de Launay-Cossu (commune de Saint-Aubin-d'Aubigné) une carrière de grès dont les couches présentent la direction O. 10° N. et plongent de 80° vers le sud.

Le terrain dévonien forme donc une grande partie de la région comprise entre Saint-Aubin-d'Aubigné, Saint-Germain-sur-Ille, Montreuil-le-Gast et Saint-Médard. Quant aux grès de Saint-Germain-sur-Ille, dans lesquels M. Lebesconte a recueilli des Graptolithes, ils peuvent être considérés comme siluriens et contemporains des grès de May.

En résumé : — 1° Le terrain dévonien, dans la région comprise entre Saint-Germain-sur-Ille et Saint-Médard, forme un fond de bateau.

2° Ce terrain repose sur les grès de Saint-Germain-sur-Ille, qui contiennent des Graptolithes.

3° Il est formé, entre Saint-Médard et Saint-Germain-sur-Ille, de grès et de schistes et grauwackes; — du côté de Quenon, de grès, de calcaire et de schistes.

De telle sorte que l'ordre de succession des couches est le suivant :

Terrain silurien	Schistes de Rennes. Grès de Saint-Germain-sur-Ille.
Terrain dévonien	Grès dévoniens, grès à *Grammysia*. Schistes et grauwackes. | Calcaire et schistes.

M. Bioche donne lecture du rapport suivant :

Rapport *de la Commission de Comptabilité sur les* **Comptes** *du Trésorier pour l'année* **1874-1875**,

par M. A. **Bioche**, *rapporteur*.

J'ai l'honneur de présenter à la Société le rapport de la Commission de Comptabilité sur la gestion du Trésorier pendant l'année 1874-1875.

I. Recettes.

Des cinq articles qui composent le chapitre 1er des Recettes *(Produits des réceptions et cotisations)*, un seul n'a pas atteint le chiffre prévu par le budget; c'est celui des *cotisations arriérées*, qui n'a produit que 1 770 francs, au lieu de 1 800; la différence est, d'ailleurs, bien faible. Les quatre autres articles ont, par contre, donné des excédants considérables, savoir : les *droits d'entrée*, 40 fr.; les *cotisations courantes*, 851 fr., 30 c.; les *cotisations anticipées*, 187 fr., 20 c.; les *coti-*

sations à vie, 770 fr. Soit, pour l'ensemble du chapitre, une augmentation de 1 818 fr., 50 c.

Chapitre 2. La *vente du Bulletin* et *de la Table* des vingt premiers volumes de la 2e série a également dépassé d'une manière assez notable la somme inscrite en prévision au budget ; elle a produit 1 456 fr., 66 c., au lieu de 1 000 francs.

La *vente des Mémoires* n'a atteint que 951 fr., 58 c., et celle de l'*Histoire des progrès de la Géologie* a donné 94 fr., 60 c.

L'*allocation du Ministère* de l'Instruction publique pour 1875 a été touchée dans le courant de l'exercice, ainsi que la *souscription du* même *Ministère aux Mémoires* pour 1874. Enfin, une somme de 34 fr. a été encaissée comme contribution de l'éditeur des *Annales des Sciences géologiques* à la gravure d'une planche qui a été insérée dans ce recueil en même temps que dans le *Bulletin* de la Société.

Chapitre 3 *(Recettes diverses).* Le *legs* que notre illustre et si regretté confrère M. *de Verneuil* avait eu la bonne pensée de faire à la Société géologique a été touché cette année par le Trésorier ; mais, par suite du payement des droits de mutation à la charge de la Société, la valeur définitive du legs n'a été que de 4 663 fr., 80 c.

Deux nouvelles Sociétés, la Société philomathique et la Société chimique, sont venues, dans le courant de l'année, nous demander l'hospitalité ; mais la seconde a seule eu un loyer à nous payer ; de là une augmentation de 500 francs à l'article 13 du budget des Recettes.

Les *recettes diverses* se sont élevées à 101 fr., 70 c.; mais les revenus des rentes sur l'État et des obligations de chemins de fer n'ont produit que 3 403 fr., 87 c.

En résumé, les recettes, prévues pour 25 913 fr., 80 c., ont atteint 28 474 fr., 62 c., donnant ainsi un excédant de 2 560 fr., 82 c.

II. Dépenses.

Le chapitre 1er relatif au *personnel* ne donne lieu à aucune observation.

Chapitre 2 *(Frais de logement).* Les frais de chauffage et éclairage ont dépassé d'une manière assez notable les prévisions du budget (613 fr., 30 c., au lieu de 500 fr., soit une augmentation de plus du cinquième). Mais, par contre, le *loyer,* les *contributions* et les assurances, prévus pour 4 600 fr., n'ont coûté que 4 445 fr., 68 c. L'ensemble du chapitre présente donc une économie de 41 fr., 02 c.

Chapitre 3. Les travaux d'aménagement de la nouvelle salle que la Société avait dû louer l'année dernière pour y placer les bibliothèques des Sociétés ses sous-locataires, n'ont pu être terminés et réglés que

dans les premiers mois de cette année; ils ont aussi été plus considérables, par suite plus coûteux que le Conseil ne l'avait pensé. Le crédit ouvert au budget s'est trouvé insuffisant, et l'ensemble des dépenses relatives au *mobilier*, évalué 700 fr., s'est élevé jusqu'à 1 568 fr., 15 c.

Le service de la bibliothèque a, au contraire, réalisé une économie de 372 fr., 70 c.

Chapitre 4 *(Publications)*. Ainsi que nous l'avions dit l'année dernière, l'exercice 1874-1875 a eu à supporter les frais du compte-rendu de la Réunion extraordinaire de **1873** à Roanne! Ces frais (650 fr., 35 c.) entrent pour plus du tiers dans l'excédant de dépenses (1 818 fr., 85 c.) que présente l'*impression du Bulletin*.

Les *frais de port* ont également dépassé d'une manière notable les évaluations du budget (2 286 fr., 22 c., au lieu de 1 500 fr.). La nouvelle convention postale ramènera sans doute cet article à son ancien chiffre.

Les *Mémoires* ont entraîné une dépense de 2 258 fr., 23 c.

Chapitre 5 *(Dépenses diverses)*. Les *frais de bureau, de circulaires*, etc., ont absorbé 1 124 fr., 70 c., et les *ports de lettres* 360 fr., 91 c.

Les quatre cotisations à vie versées dans le courant de l'année et le montant du *legs de M. de Verneuil* ont été *placés* en rentes sur l'État. De plus, une somme de 1 019 fr. a été consacrée à reconstituer une partie du capital des cotisations à vie aliénées il y a quelques années.

Enfin, une somme de 166 fr. a été employée à acheter par anticipation des volumes de la 1re série des *Mémoires*, qui sont la propriété de MM. Garnier frères, libraires.

L'ensemble des dépenses s'est donc élevé à 30 252 fr., 14 c., dépassant de 4 402 fr., 14 c., les évaluations du budget.

III. Résumé.

En résumé, la recette totale s'est élevée en 1874-1875 à	28 474 f.	62
La dépense totale à	30 252	14
Il y aurait donc un déficit de	1 777	52
s'il ne s'était trouvé au 31 octobre 1874 un solde en caisse de	1 846	54
Par suite, au 31 octobre 1875, il existait entre les mains du Trésorier une somme de	69 f.	02

La Commission demande à la Société d'approuver les Comptes de l'année 1874-75 et de voter à notre zélé Trésorier de chaleureux remerciements.

Marquis de Roys, Alb. Moreau, A. Bioche, *rapporteur*.

Les conclusions de ce rapport sont mises aux voix et adoptées.

Compte des recettes et dépenses effectuées pendant l'année 1874-75.

RECETTES.

DÉSIGNATION des CHAPITRES.	Nos des articles.	NATURE des RECETTES.	RECETTES prévues.	RECETTES effectuées.	AUGMENTATION.	DIMINUTION.
§ 1. Produits des réceptions et cotisations...	1	Droits d'entrée et de diplôme.	500 »	540 »	40 »	» »
	2	Cotisations courantes	9,000 »	9,851 30	851 30	» »
	3	— arriérées	1,800 »	1,770 »	» »	30 »
	4	— anticipées.	300 »	487 20	187 20	» »
	5	— à vie.....	800 »	1,570 »	770 »	» »
§ 2. Produits des publications. .	6	Vente du *Bulletin* et de la *Table*.....	1,000 »	1,456 65	456 65	» »
	7	— des *Mémoires*.....	1,200 »	951 50	» »	248 50
	8	— de l'*Histoire des Progrès de la Géologie*.....	80 »	94 60	14 60	» »
	9	Recettes extraordinaires....	» »	34 »	34 »	» »
	10	Allocation ministérielle.....	1,000 »	1,000 »	» »	» »
	11	Souscription ministérielle aux *Mémoires*.....	600 »	600 »	» »	» »
§ 3. Recettes diverses	12	Revenus	3,470 »	3,403 87	» »	66 13
	13	Loyer, éclairage, etc., des Sociétés météorologique, mathématique et chimique.	1,450 »	1,950 »	500 »	» »
	14	Legs de M. de Verneuil....	4,663 80	4,663 80	» »	» »
	15	Recettes diverses	50 »	101 70	51 70	» »
		Totaux.....	25,913 80	28,474 62	2,905 45	344 63

DÉPENSES.

DÉSIGNATION des CHAPITRES.	Nos des articles.	NATURE des DÉPENSES.	DÉPENSES prévues.	DÉPENSES effectuées.	AUGMENTATION.	DIMINUTION.
§ 1. Personnel...	1	Agent.....	»	» »	» »	» »
	2	Garçon { Gages.....	1,000	1,000 »	» »	» »
	3	Garçon { Gratification.....	200	200 »	» »	» »
§ 2. Frais de logement.....	4	Loyer, contributions, assur.	4,600	4,445 68	» »	154 32
	5	Chauffage et éclairage.....	500	613 30	113 30	» »
§ 3. Matériel....	6	Mobilier	700	1,568 15	868 15	» »
	7	Bibliothèque	1,000	627 30	» »	372 70
§ 4. Publications	8	*Bulletin* : impression, planch.	6,500	8,318 85	1,818 85	» »
	9	— port.....	1,500	2,286 22	786 22	» »
	10	*Mémoires*	3,000	2,258 23	» »	741 77
§ 5. Dépenses diverses.....	11	Frais de bureau, de circulaires, etc.....	1,000	1,124 70	124 70	» »
	12	Ports de lettres.....	350	360 91	10 91	» »
	13	Placement de cotisations à vie, du legs de M. de Verneuil, etc.	5,500	7,282 80	1,782 80	» »
	14	Dépenses diverses.....	»	166 »	166 »	» »
		Totaux.....	25,850	30,252 14	5,670 93	1,268 79

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX, EXERCICE 1874-75.

		NOMBRE DE COTISATIONS.	VALEURS. fr.	c.
Recette	antérieurement au 1er novembre 1874	207	62,208	55
	pendant l'année 1874-75	4	1,600	»
	Totaux	211	63,808	55
	Legs Roberton		12,000	»
	Donation Dollfus-Ausset		10,000	»
	Legs de Verneuil		4,663	80
	Don de M. Levallois		300	»
	Total des capitaux encaissés		90,772	35

PLACEMENT.

fr.	c.		fr.	c.		
1,870	»	Rentes 3 °/₀ et frais de mutation 4 1/2 en 3 °/₀	47,669	25	81,533	21
1,020	»	Intérêts de 68 obligations de chemins de fer	20,434	99		
325	»	Rentes 5 °/₀ achetées avant le 1er novembre 1874	5,846	20		
380	»	Rentes 5 °/₀ achetées pendant l'année 1874-75	7,582	80		
3,595	»	— Excédant de la recette sur la dépense			9,239	11

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES AU 31 OCTOBRE 1875.

Au 31 octobre 1874, le nombre des membres inscrits sur les listes officielles s'élevait à 505, dont :

361 membres	payant cotisation annuelle	ci	505
140 —	à vie		
4 —	perpétuels		
Les réceptions du 1er novembre 1874 au 31 octobre 1875 ont été de			27
		Total	532
A déduire pour décès, démissions et radiations			21
Le nombre des membres inscrits sur les registres au 31 octobre 1875 s'élève à			511

Savoir :
- 364 membres payant cotisation annuelle,
- 143 — à vie,
- 4 — perpétuels.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE
A CHALON-SUR-SAONE
ET A AUTUN (SAONE-ET-LOIRE)
du 24 au 31 août 1876 (1).

Les membres de la Société qui ont pris part aux excursions et assisté aux séances de la session, sont :

MM. ARCELIN.
AUMONIER.
BEAUDOUIN (J.).
BOCHARD.
BONNARDOT (L.).
BRÉON (Eug.).
BROCCHI (P.).
CAILLAUX (Alf.).
COLLENOT.
COLLOT.
COSSIGNY (Ch. DE).
DELAFOND (Pr.).
DELAIRE (Al.).
DEMILLY.
DESPLACES DE CHARMASSE.
DIDELOT (Léon).
DOUMERC (J.).
DOUMERC (P.).

(1) *Liste des principales publications relatives aux régions visitées par la Société.*

Levallois. *Mémoire sur les carrières de plâtre de Saint-Léger-sur-Dheune (Annales des Mines,* 1re sér., t. VII) ; 1822.

De Bonnard. *Sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le gisement du terrain d'arkose à l'est du plateau central de la France (Id.,* 2e sér., t. IV) ; 1828.

Société géologique de France. *Réunion extraordinaire à Autun (Bull.,* 1re sér., t. VII, p. 311) ; 1836.

Rozet. *Mémoire géologique sur la masse de montagnes qui séparent le cours de la Loire de ceux du Rhône et de la Saône (Mém. Soc. géol. Fr.,* 1re sér., t. IV, p. 53) ; 1840.

Landriot. *Notice géologique sur la formation des schistes de Muse (Mémoires de la Société Éduenne) ;* 1843.

MM. Fontannes (F.).
Gaudry (Alb.).
Guyot.
Jutier.
Lapparent (Alb. de).
Lavernède (de).
Léenhardt (Fr.).
Lory (Ch.).
Lundgren.
Mallada (L.).
Michel-Lévy.
Mieg (Math.).
MM. Monvenoux (Fr.).
Paris.
Pellat (Edm.).
Rey-Lescure.
Rosemont (de).
Rouville (P. de).
Tardy.
Tournouër (R.).
Vélain (Ch.).
Vié (L.).
Vilanova (Jean).
Vilanova (Joseph).

Manès. *Mémoire sur les bassins houillers de Saône-et-Loire;* 1844.
De Charmasse. *Sur la non-association de la houille avec les porphyres dans le bassin d'Autun (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. II, p. 747) ; 1845.
— *Sur l'âge des roches porphyriques du Morvan (Bull.,* 2e sér., t. II, p. 750); 1845.
Manès. *Carte géologique du département de Saône-et-Loire;* 1846.
— *Statistique minéralogique, géologique et minérallurgique de Saône-et-Loire;* 1847.
Delahaye. *Sur les schistes de Muse (Bull.,* 2e sér., t. V, p. 304); 1848.
Dufrénoy et Élie de Beaumont. *Explication de la Carte géologique de la France;* 1848.
Landriot. *Observations sur la note de M. Delahaye relative aux schistes de Muse (Bull.,* 2e sér., t. VI, p. 90) ; 1848.
Delahaye. *Quelques réflexions au sujet d'une lettre de M. l'abbé Landriot (Bull.,* 2e sér., t. VI, p. 374); 1849.
Landriot. *Réponse aux réflexions de M. Delahaye (Bull.,* 2e sér., t. VII, p. 33); 1849.
Canat. *Sur un terrain de sables rouges avec silex dans le département de Saône-et-Loire (Bull.,* 2e sér., t. VIII, p. 547); 1851.
Drouot. *Sur le granite, le gneiss, le terrain houiller et l'arkose des environs de Buxy (Bull.,* 2e sér., t. VIII, p. 576) ; 1851.
Guillebot de Nerville. *Carte géologique du département de la Côte-d'Or;* 1852.
Thiollière. *Sur la découverte d'un lambeau de terrain néocomien près de Fontaines (Bull.,* 2e sér., t. XIII, p. 598); 1856.
Coquand. *Mémoire géologique sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans le département de Saône-et-Loire et dans les montagnes de la Serre (Bull.,* 2e sér., t. XIV, p. 13); 1856.
Drouot. *Notice sur les gîtes de houille et les terrains des environs de Forges;* 1857.
Edm. Pellat. *Renseignements sur le Lias des environs d'Autun (Bull.,* 2e sér., t. XVI, p. 166); 1858.
— *Sur l'existence d'un banc rempli d'ossements de Sauriens au-dessous de l'Infrà-lias des environs d'Autun et d'une couche à Poissons dans le Lias supérieur de la montagne de Saint-Sernin près Nolay (Bull.,* 2e sér., t. XVIII, p. 676); 1861.
Ébray. *Stratigraphie du système oolithique inférieur des environs de Tournus*

Un grand nombre de personnes étrangères à la Société ont assisté aux séances ou pris part aux excursions. Nous citerons :

MM. AYMARD, Ingénieur à Autun.
BESSY (Jules), à Châlon-sur-Saône.
BERTHIER, à Autun.
CHABAS (Fr.), Correspondant de l'Institut, à Châlon-sur-Saône.
CHAMPEAUX (G. DE), à Autun.
CHAMPEAUX (P. DE), Ingénieur à Autun.
DELAFOND (Benoît), Percepteur à Fleurie.
DUCHEMIN (N.), à Châlon-sur-Saône.

et d'une partie du département de la Côte-d'Or, avec quelques Considérations sur la délimitation des bassins géologiques (Bull., 2e sér., t. XIX, p. 30) ; 1861.

Dumortier. *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône;* 1861-74.

Levallois. *Les couches de jonction* (Grenz Schichten) *du Trias et du Lias dans la Lorraine et dans la Souabe. Leur continuité de l'Ardenne au Morvan. Le grès* dit *infrà-liasique ; le bone-bed; l'arkose; la zone à* Avicula contorta *(Bull.*, 2e sér., t. XXI, p. 384) ; 1864.

Edm. Pellat. *La zone à* Avicula contorta *et le* Bone-bed *(étage rhétien), au sud-est d'Autun, dans les environs de Couches-les-Mines. Leurs relations avec les couches qui les précèdent et celles qui les suivent (Bull.*, 2e sér., t. XXII, p. 546) ; 1865.

Tournouër. *Sur les terrains tertiaires de la vallée de la Saône (Bull.*, 2e sér., t. XXIII, p. 769) ; 1866.

Loydreau. *Étude de paléontologie locale ;* 1866.

A. Évrard. *Le plateau de Thostes et ses mines de fer (Rev. universelle des Mines);* 1867.

A. Gaudry. *Sur le Reptile découvert par M. Ch. Frossard à Muse, près d'Autun (Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 397) ; 1867.

— *Sur l'*Actinodon Frossardi *de Muse (Bull.*, 2e sér., t. XXV, p. 576) ; 1868.

Ed. Flouest. *Notice archéologique sur le champ de Chassey (Saône-et-Loire) ;* 1869.

Jules Martin. *Lettre à M. d'Archiac sur les brèches et cavernes à ossements de Santenay (Côte-d'Or);* 1869.

Perrault. *Note sur un foyer de l'âge de la pierre polie découvert au champ de Chassey ;* 1870.

Jules Martin. *Deux époques glaciaires en Bourgogne (Bull.*, 3e sér., t. I, p. 390) ; 1873.

— *Limon rouge et Limon gris. Observations sur divers produits d'origine glaciaire en Bourgogne ;* 1873.

Collenot. *Description géologique de l'Auxois ;* 1873.

H. E. Sauvage. *Étude sur les Poissons du Lias supérieur de la Lozère et de la Bourgogne (Revue des Sciences naturelles*, t. II, p. 415) ; 1874.

E. T. Hamy. *Notice sur la Roche fendue de Santenay ;* 1874.

A. Gaudry. *Sur la découverte de Batraciens dans le terrain primaire (Bull.*, 3e sér., t. III, p. 299) ; 1875.

MM. Duchêne (l'abbé), Supérieur du Petit-Séminaire à Autun.
Durand, Ingénieur à Autun.
Hamy, Docteur en médecine à Paris.
Heuret (Ch.), Garde-mines à Châlon-sur-Saône.
La Chaise (Albert de), Ingénieur des Ponts-et-Chaussées à Châlon-sur-Saône.
Lacordaire (Ad.-L.), à Fontaines.
Landa (Louis), Imprimeur à Châlon-sur-Saône.
Marmillod (l'abbé), Professeur au Petit-Séminaire à Autun.
Méray (Charles), Notaire à Châlon-sur-Saône.
Moreau, Professeur au Collége à Avallon.
Soudan (Jules), Garde-mines au Creuzot.

Le jeudi 24 août 1876, les membres de la Société présents à Châlon-sur-Saône, reçoivent des mains de M. Pr. Delafond, un carnet contenant les coupes géologiques lithographiées de la montagne de Saint-Hilaire, de Jully à Neuilly, du mont Bouzu et des carrières de Saint-Boil, de la montée de Cussy, la coupe de la montagne de Santenay par M. Jules Martin, enfin la coupe du plateau d'Auxy par M. Edm. Pellat.

Séance du 24 août 1876.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT, *puis de* M. JUTIER.

A 11 heures les membres de la Société se réunissent dans le grand salon de l'Hôtel de ville pavoisé en leur honneur.

M. Edm. Pellat, Président annuel de la Société, déclare ouverte la session extraordinaire de Châlon-sur-Saône et Autun.

M. **Courault,** Maire de Châlon, accompagné de ses adjoints, de plusieurs conseillers municipaux et de notabilités de la ville, souhaite la bienvenue à la Société ; il exprime la satisfaction que ses concitoyens et lui éprouvent en voyant la Société géologique de France choisir Châlon pour centre de ses excursions, et espère que la Société conservera un bon souvenir de son passage dans ce pays. Une commission municipale se tient en permanence à la disposition de la Société, « *qui doit se considérer comme chez elle* ».

Des applaudissements accueillent ces paroles.

Le Président remercie, au nom de la Société géologique, la municipalité de cette cordiale hospitalité.

Il annonce ensuite deux présentations.

Sur l'invitation du Président, la Société procède à l'élection du bureau de la session.

Sont élus :

Président : M. JUTIER.

Vice-Présidents : MM. DELAFOND et DESPLACES DE CHARMASSE.

Secrétaires : MM. L. DIDELOT et ARCELIN.

En prenant place au fauteuil de la présidence, M. **Jutier** remercie la Société de l'honneur qu'elle lui fait en le chargeant de diriger ses travaux.

M. **Delafond** expose le programme des excursions qu'il a concerté avec M. Pellat. Ce programme est adopté comme il suit :

24 août.	Excursion	à la montagne de Saint-Hilaire.
25 —	—	à Buxy, Saint-Gengoux-le-Royal et Givry.
26 —	—	à Santenay ; visite de la collection de M. Loydreau à Chagny, et du musée de Châlon.
27 —	—	à Mazenay et Rome-Château ; départ de Nolay pour Autun.
28 —	—	à Cussy-en-Morvan.
29 —	—	à Muse ; visite du Musée d'Autun, des collections du Petit-Séminaire, de M. Desplaces de Charmasse, de l'Institut des Provinces.
30 —	—	à Auxy, Antully, Saint-Émiland et Drevin ; retour par Saint-Léger-sur-d'Heune ; clôture de la session.

Deuxième séance du 24 août 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JUTIER.

La séance s'ouvre à 9 heures du soir dans le grand salon de l'Hôtel de ville de Châlon, brillamment décoré en l'honneur de la Société, et en présence d'un public nombreux.

Le **Président** expose brièvement les motifs qui ont déterminé la Société géologique à se réunir à Châlon, et rappelle que, sans la Géologie, les richesses minérales auxquelles le département de Saône-et-Loire doit, en partie, d'être l'un des plus riches de la France, resteraient bien souvent ignorées et perdues.

M. Didelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance de la matinée, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. FAVRET, Ingénieur civil, quai des Grands-Augustins, 53, à Paris, présenté par MM. Loustau et Edm. Pellat ;

MALLADA (Lucas), Ingénieur des mines, Huertas, 84, à Madrid (Espagne), présenté par MM. Jean et Joseph Vilanova.

M. Delafond fait les communications suivantes :

Compte-rendu de l'excursion du **24** *août à* **Saint-Hilaire,**
par M. **Delafond.**

La Société a visité tout d'abord, à Fontaines, les diverses carrières ouvertes dans le Corallien. Elle a vu de vastes excavations dans un calcaire oolithique rouge, qui occupe la partie inférieure de la formation corallienne; elle y a constaté la présence du *Cidaris florigemma* et de très-nombreuses *Ostrea spiralis.*

Au-dessus du calcaire oolithique rougeâtre, elle a vu des carrières ouvertes dans des calcaires compactes ou suboolithiques, qui se divisent en dalles. Cette structure n'est pas très-apparente à Fontaines, mais sur d'autres points, notamment à Germolles, où la Société a revu le même terrain, elle a pu constater ce caractère, qui est fort constant.

Plus haut, la Société a vu l'oolithe blanche corallienne, largement exploitée dans de vastes carrières.

De là elle est montée à la Tour Notre-Dame, placée au sommet de la montagne Saint-Hilaire, et elle y a reconnu une succession de terrains fort intéressante.

Au-dessus de calcaires compactes, de couleur jaunâtre et quelquefois bréchiformes, elle a trouvé le terrain néocomien bien caractérisé, quoique son étendue soit fort restreinte. On y recueille de nombreux fossiles caractéristiques de ce terrain. Je crois qu'il y a là toute la série néocomienne très-amincie ; mais quelques membres ont manifesté des doutes à cet égard, et c'est une question qui pourra être utilement étudiée à nouveau.

Dans une tranchée ouverte fort à propos pour faciliter les recherches, la Société a trouvé des fossiles caractéristiques du terrain albien.

Enfin, des poches du calcaire oolithique corallien lui ont offert de très-nombreux débris d'argiles à silex, avec quelques rares lambeaux de craie blanche et peut-être même de craie chloritée.

De Fontaines la Société s'est rendue à Germolles, où des carrières ouvertes dans l'oolithe corallienne lui ont montré les roches supérieures à l'oolithe blanche ; malheureusement on n'y rencontre pas de fossiles caractéristiques.

Au Villars elle a examiné une ancienne carrière où on a exploité autrefois l'oolithe blanche, et elle a constaté la présence, à six ou huit mètres au-dessus du calcaire oolithique, d'un banc assez mince de calcaire marneux hydraulique, qui est exploité dans la région.

Sur ce calcaire reposent des calcaires durs, caverneux, mal lités, offrant à leur base de très-nombreuses empreintes de fossiles difficiles à classer. Cette formation me semble correspondre au Virgulien.

Là se sont terminées les observations de la journée.

Note sur les terrains **jurassiques supérieurs** *et* **crétacés** *de la* **côte Châlonnaise,**

par M. **Delafond.**

Pl. XX.

TERRAIN CORALLIEN.

Le terrain corallien présente dans le Châlonnais un beau développement ; il a une puissance qui peut varier de 80 à 100 mètres. Il se subdivise, d'une manière très-nette, en trois étages, qui sont, en allant de bas en haut :

1° Calcaire oolithique rouge ; puissance, 30 à 40 mètres ;
2° Dalles coralliennes ; puissance, 20 à 30 mètres.
3° Oolithe blanche corallienne ; puissance moyenne, 30 mètres.

1° CALCAIRE OOLITHIQUE ROUGE.

Cet étage présente à sa base, près de Mercurey, une zone marneuse très-visible ; on peut l'observer sur le mamelon qui porte la cote 306 sur la Carte de l'État-major. On aperçoit là, se dessinant sur le mamelon généralement inculte, une zone de champs cultivés, comprise entre les calcaires grisâtres de l'Oxfordien et les calcaires oolithiques rouges du Corallien.

Dans la Côte-d'Or, les géologues ont également signalé à la base du Corallien une assise marneuse peu épaisse, mais très-fossilifère, caractère qu'elle ne présente pas à Mercurey, où les fossiles sont peu abondants. Dans cette dernière localité la zone marneuse n'a pas plus de cinq à six mètres d'épaisseur.

Au-dessus de ces calcaires marneux, qui d'ailleurs ne semblent pas former une assise constante, apparaît une formation importante, composée de calcaires généralement oolithiques, quelquefois compactes et presque toujours fortement colorés en rouge. Ils sont très-chargés d'entroques et ressemblent parfois, quand ils sont compactes, au Calcaire à Entroques.

Ils renferment de nombreux fossiles, notamment l'*Ostrea spiralis*, qui y forme souvent des lumachelles, les *Cidaris florigemma*, *Megerlea pectunculus*, etc.

Ces calcaires sont exploités activement ; ils donnent de la pierre assez dure, mais gélive quand elle n'est pas tirée dans la bonne saison.

Dans les carrières on peut observer qu'ils présentent toujours une stratification confuse : indépendamment des vraies lignes de stratification, il existe de nombreux joints, en général orientés parallèlement ; la roche se trouve stratifiée en coin par l'effet de ces joints multiples. C'est là un caractère très-constant.

C'est seulement dans Saône-et-Loire que le Corallien prend cette teinte rouge ; dans la Côte-d'Or il n'a pas cet aspect ; à Chagny, à la limite des deux départements, il ne présente plus qu'une faible teinte rosée, et cependant Chagny n'est qu'à six kilomètres de Fontaines, où s'observe bien la teinte rouge normale qu'on retrouve dans tout le Châlonnais.

2° DALLES CORALLIENNES.

Cette assise se compose de calcaires généralement compactes, de couleur jaunâtre-rosée, bien lités et donnant, dans les nombreuses carrières où ils sont exploités, des dalles de belle apparence. Souvent, au milieu de ces bancs de calcaire compacte, se trouvent des bancs de calcaire oolithique ou suboolithique.

On observe dans les carrières le même phénomène de stratification confuse qui a déjà été signalé pour l'étage inférieur ; mais il est moins saillant.

La partie inférieure de cette formation se voit bien dans les carrières de Dracy, où on peut étudier son contact avec le calcaire oolithique rouge. Au-dessus du Corallien inférieur on observe là, sur une hauteur de 5 à 6 mètres, de minces lits de calcaire, de 0^m10 à 0^m15 d'épaisseur au plus, intercalés dans des assises marneuses plus épaisses. Tout l'ensemble a une couleur rouge foncée. Au-dessus, l'on voit les bancs calcaires augmenter très-rapidement de puissance, au détriment des marnes, qui bientôt ne forment plus que de simples joints au milieu des dalles.

A la partie supérieure, on observe à Dracy un banc de calcaire marneux, exploité pour chaux hydraulique, d'une épaisseur variable, mais ne dépassant pas en moyenne 1^m 50 (1). A Fontaines on trouve au contraire un calcaire jaunâtre, très-caverneux et sableux, très-fossilifère et ayant une puissance très-variable ; tantôt, en effet, elle est presque nulle, tantôt elle atteint jusqu'à 2^m50.

Les fossiles de cette zone sont :

(1) C'est peut-être l'équivalent du calcaire hydraulique signalé par M. Guillebot de Nerville, près de Beaune, dans le Corallien moyen.

Ammonites Achilles?,
— *plicatilis?,*
Ostrea spiralis,
— *gregarea,*
Cidaris florigemma.
Terebratula insignis,
Rhynchonella inconstans.
Apiocrinus Roissyanus, etc.

Les Ammonites sont rares, mais les autres fossiles abondent, notamment dans le banc caverneux et sableux signalé à la montagne Saint-Hilaire.

3° OOLITHE CORALLIENNE.

Cet étage est formé d'un calcaire blanc, finement oolithique, plus rarement compacte et dur, et ayant alors l'aspect de l'ivoire. Il constitue des bancs massifs exploités dans de nombreuses carrières (Fontaines, Étroie, Germolles, Givry, Saint-Boil, etc.). La pierre est tendre, mais gélive.

Les fossiles principaux sont :

Cidaris florigemma,
Diceras arietinum,
Ostrea solitaria,
Nerinea sp.?,
Millericrinus Roissyanus,
Apiocrinus sp.?,
Serpula sp.?

Sur certains points, notamment à Givry, l'oolithe blanche contient des Polypiers en très-grande abondance.

ASTARTIEN et PTÉROCÉRIEN.

Au-dessus de l'oolithe blanche on observe, à Germolles principalement, un calcaire jaunâtre, compacte ou suboolithique, renfermant souvent des oolithes oblongues, grosses comme des noisettes et qui paraissent comme fondues dans la masse ; ce calcaire est très-riche en Polypiers. Les bancs supérieurs sont criblés de cavités remplies d'un sable jaunâtre très-fin ; à ce niveau existent fréquemment des grottes spacieuses. L'épaisseur totale de cette assise est de sept à huit mètres au plus.

Elle renferme peu de fossiles déterminables ; on n'y trouve en abondance que la *Rhynchonella inconstans.* Il est donc difficile de fixer son âge ; cependant il me semble qu'il convient d'en faire l'équivalent de l'Astartien et du Ptérocérien, par analogie avec ce qui se passe dans la Côte-d'Or. Dans ce département l'oolithe blanche termine en effet la série corallienne et est recouverte immédiatement par le calcaire à Astartes bien caractérisé, qui tranche, lui aussi, comme aspect et comme couleur, avec l'oolithe corallienne.

Il n'est d'ailleurs nullement extraordinaire que l'Astartien n'ait dans

Saône-et-Loire qu'une épaisseur minime; car M. Jules Martin a constaté que dans le Sud de la Côte-d'Or ce même terrain n'avait plus que 4 à 5 mètres de puissance.

VIRGULIEN ?

Au-dessus de ce calcaire compacte apparaît une assise de calcaire marneux, exploité pour chaux hydraulique (Germolles, Villars), qui a une puissance de 1m00 à 1m50.

Puis viennent des calcaires durs, compactes, jaunâtres, caverneux, qui présentent à leur base, à l'ancienne carrière de Villars, un banc rempli de fossiles malheureusement peu déterminables. M. J. Martin a bien voulu examiner ces fossiles et a cru pouvoir les rapporter aux espèces suivantes :

Ostrea Dubiensis,	*Diceras Monsbeliardense.*
— *Thurmanni,*	

Ils feraient de ces couches et des deux ou trois mètres de calcaire compacte qui les surmontent, l'équivalent du Virgulien des autres régions.

PORTLANDIEN.

La série jurassique se termine par une assise puissante de calcaire compacte, parfois suboolithique, très-perforé, surtout à la partie supérieure, souvent madréporique et offrant la particularité singulière de prendre sur certains points la texture d'une brèche empâtant des fragments anguleux de calcaire noir, ce qui lui donne un faux air du Purbeckien.

La couleur de cette assise est jaune nankin ; mais on y voit fréquemment des veinules de couleur blanc-grisâtre.

Entre les bancs de ce calcaire compacte et à sa partie supérieure, sont intercalées, à Saint-Hilaire, des assises sableuses, exploitées pour les verreries.

Une galerie pratiquée près de la tour Saint-Hilaire a permis de relever la coupe suivante :

Néocomien.		
Portlandien :	Calcaire compacte	1m 20
	Veine sableuse	0 20
	Calcaire compacte	2 50
	Veine sableuse	0 50
	Calcaire compacte	3 50
	Veine sableuse	0 80

Calcaire compacte	5	50
Veine sableuse	0	30
Calcaire compacte	2	00
Marnes	0	20
Calcaire compacte	2	00
Veine sableuse	0	80
Calcaire compacte	0	50
Veine sableuse	1	00
Calcaire compacte	1	00
Veine sableuse	0	20
Calcaire compacte, épaisseur?		

Il est impossible de mesurer l'épaisseur totale de ce terrain ; Saint-Hilaire est en effet le seul point où existe sa partie supérieure, puisque là seulement on trouve du Néocomien, et malheureusement la présence de failles ne permet pas de voir en cet endroit toute la formation. Il me semble cependant qu'on peut, sans témérité, lui assigner une puissance d'au moins 40 mètres.

Les fossiles sont rares et mal conservés ; on y rencontre surtout des Nérinées difficiles à déterminer.

La ressemblance minéralogique complète de cette formation avec le Portlandien de la Côte-d'Or, et sa situation à Saint-Hilaire immédiatement au-dessous du Néocomien, m'ont engagé à la classer dans le Portlandien.

En résumé, l'oolithe corallienne est bien caractérisée à Saint-Hilaire ; le Néocomien constitue également un point de repère certain ; mais entre ces deux terrains il existe une formation ayant 50 ou 100 mètres d'épaisseur et probablement même davantage, dont il est difficile de définir l'âge d'une manière certaine. Comme il est peu probable qu'il y ait une lacune dans la série des terrains, la présence de l'Astartien, du Ptérocérien, du Virgulien et du Portlandien paraît très-vraisemblable.

Cependant, je dois le reconnaître, quelques incertitudes planent encore sur ces déterminations.

NÉOCOMIEN.

Le Néocomien s'observe en un seul point, près de la Tour Notre-Dame, à la montagne de Saint-Hilaire. Il n'occupe là qu'une très-faible étendue (1 hectare 1/2), mais sa présence constitue un fait géologique des plus intéressants, parce que c'est dans nos contrées le seul témoin de la formation néocomienne. Il faut, en effet, remonter au-delà de Dijon vers le nord, et descendre au-delà de Lyon vers le sud, pour retrouver cette formation.

C'est à la présence de deux failles, qui l'ont fait glisser entre les ter-

rains jurassiques, que le lambeau de Saint-Hilaire doit sa conservation (Voir pl. XX, fig. 1).

La figure 2 de la même planche donne la configuration de ce terrain; et la figure 3 le détail de sa constitution et les épaisseurs approximatives de ses diverses assises.

Ces assises sont, à partir du bas :

1° Marnes sableuses, rougeâtres ou jaunâtres, avec intercalation de minces bancs de calcaire et de quelques plaquettes de minerai de fer. Épaisseur, 2m00 environ. Pas de fossiles.

2° Calcaires marneux, jaunâtres, noduleux, en bancs peu épais, très-fossilifères. Tout à fait à la base de cette assise est une zone marneuse où existe en abondance le *Pygurus rostratus*. Les autres fossiles sont, d'après M. Thiollière : *Pterocera pelagi, Caprotina Lonsdalei, Pholadomya elongata, Janira atava, Terebratula sella*. La puissance de cette assise est d'environ 25 mètres.

M. Thiollière, qui avait le premier observé ce terrain en 1856, avait cru y reconnaître le Néocomien supérieur (1). Cependant la présence du *Pygurus rostratus* ne permet guère de douter de l'existence du Néocomien inférieur. Nous aurions donc à Saint-Hilaire tout l'étage néocomien, très-réduit comme puissance, il est vrai, et n'offrant pas toutes les subdivisions et tous les fossiles qui ont été observés ailleurs; mais la présence du *Pygurus rostratus* prouve que le Néocomien inférieur y existe, de même que le *Pterocera pelagi* et la *Caprotina Lonsdalei* indiquent le Néocomien supérieur.

ALBIEN.

Une tranchée faite récemment pour l'exploitation des sables portlandiens, a mis à jour des terrains que M. Thiollière ne pouvait guère soupçonner.

La coupe (Pl. XX, fig. 3) montre, au-dessus des calcaires jaunâtres néocomiens, 8 à 10 mètres de marnes sableuses, que je considère comme appartenant au terrain albien. Ces marnes sont rougeâtres et criblées de grains de fer oxydé. On y rencontre de nombreux fossiles, tous à l'état d'oxyde de fer, ainsi que cela a lieu dans l'Albien de la Côte-d'Or. D'après les déterminations que je dois à l'obligeance de M. J. Martin, ces fossiles sont :

Ammonites Beudanti,	*Arca sp.?,*
— *splendens,*	*Hamites sp.?*
Nucula pectinata,	

Ce lambeau albien semble assez bouleversé; la chose est d'ailleurs

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XIII, p. 599; 1856.

toute naturelle, puisqu'il n'apparaît que dans le voisinage presque immédiat d'une faille importante, qui a dû briser les assises et y jeter de la confusion (1).

CRAIE CHLORITÉE et CRAIE BLANCHE.

La même tranchée qui a révélé l'existence du terrain albien, a mis aussi en évidence quelques lambeaux de Craie chloritée (2) et de Craie blanche, qui ont été conservés dans des fentes des calcaires coralliens.

Ces rares lambeaux sont mélangés avec des débris de calcaires coralliens empruntés aux roches encaissantes, et avec des argiles à silex qui constituent la masse principale du remplissage.

La figure 4 de la planche XX montre comment sont disposés ces derniers témoins d'une formation disparue.

M. Edm. **Pellat** aurait quelques observations à présenter sur les communications de M. Delafond ; mais, à raison de l'heure avancée, il demande à la Société la permission de les ajourner à la prochaine séance.

Séance du 25 *août* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JUTIER.

La séance est ouverte à 8 heures et demie du soir dans le grand salon de l'Hôtel de ville de Châlon.

M. Didelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

M. Edm. Pellat dépose sur le bureau, de la part de M. Favret, empêché d'assister à la session, divers documents concernant la recherche de gisements de houille dans la vallée de l'Ognon (Haute-Saône) et dans le val de Rougemont (Doubs).

M. **Didelot** présente le **compte-rendu** sommaire de l'**excursion** faite dans la journée à **Saint-Gengoux-le-Royal** et à **Givry** :

(1) M. Pellat a recueilli dans cette tranchée : *Ammonites mamillaris, A. denarius, A. versicostatus, A. latidorsatus, Hamites Raulinianus, Arca Cottaldina, Nucula pectinata, N. ovata, Plicatula radiola,* toutes espèces du Gault. Il n'y aurait donc pas là le mélange d'espèces du Gault et de l'Aptien auquel plusieurs membres de la session avaient cru à première vue.

(2) Un *Scaphites æqualis* identique avec les exemplaires provenant de Rouen a été recueilli par M. Pellat.

Partie de Châlon à six heures du matin, la Société s'est rendue en voiture à Buxy, où elle a constaté la présence de la grande faille qui longe le pied de la côte châlonnaise. De là, elle a gagné la montagne de Jully, où M. Collenot a exposé sa théorie de la formation glaciaire de l'Argile à silex; cette théorie a provoqué, sur place, une vive discussion. Le terrain corallien, les Argiles à silex du moulin Taperey, le Quaternaire des Vallottes, ont ensuite été successivement étudiés.

De retour à Buxy, la Société s'est partagée en deux groupes : l'un, sous la conduite de MM. Jutier et Delafond, a été étudier les moraines signalées par M. J. Martin dans le ravin de Bissey-sous-Cruchaud; le second, dirigé par M. Pellat, s'est rendu à Givry pour y examiner un gisement très-fossilifère du Corallien inférieur.

Rentrés à Châlon sur les 5 heures, les deux groupes de la Société ont visité le Musée de la Ville, à la création duquel M. Charles Méray a contribué avec beaucoup de générosité. On remarque dans ce Musée un grand nombre de débris d'animaux quaternaires et des séries très-intéressantes de fossiles jurassiques recueillis et légués par M. Perrin Corval.

M. Edm. **Pellat** met sous les yeux de la Société un échantillon de **Palæoniscus** *(P. Blainvillei* ou peut-être espèce nouvelle) du terrain permien de Saint-Léger-Sully, près d'Autun, et divers autres **fossiles** offerts par M. **Graillot**, Instituteur public à Givry. Cet instituteur a bien voulu répartir entre tous les membres de la Société qui ont pris part à l'excursion de Givry, les nombreux fossiles fruits des recherches auxquelles il consacre ses loisirs. M. Pellat, en le remerciant publiquement, le félicite du zèle qu'il témoigne pour les sciences naturelles, et exprime le vœu que d'autres instituteurs suivent l'exemple de leur collègue de Givry.

M. Pellat présente ensuite les observations suivantes :

Sur le terrain **Jurassique** *des environs de* **Châlon-sur-Saône,**

par M. Edm. **Pellat.**

Les fossiles recueillis par M. Graillot doivent faire regretter à la Société de n'avoir pu consacrer une journée à l'étude des environs de Givry, des localités de Jambles, Moroges, Sainte-Hélène, qui ont fourni de nombreux échantillons du Lias moyen, notamment des Gastéropodes

décrits par Alc. d'Orbigny *(Dentalium compressum, Chemnitzia Corvaliana,* etc.).

C'est de ces localités que provient un bel échantillon de l'*Ammonites sublineatus*, Oppel, offert par M. Graillot. Voisine de l'*A. cornu-copiæ*, cette espèce se trouve aussi dans le Lias supérieur. Elle n'est pas rare dans les environs de Givry.

Au Bourgneuf et à Mercurey nous aurions pu voir le Bathonien complet, très-fossilifère, et le Callovien à l'état de calcaire jaunâtre avec chailles. M. Delafond en a observé un affleurement riche en fossiles, près des ruines de Montaigu (1).

Nous n'avons pu mettre dans le programme des excursions de la Société que Saint-Hilaire, Germolles et Givry. C'est sur le terrain jurassique supérieur de ces localités, à peu près inexploré et inconnu jusqu'aux recherches de M. Delafond, que j'ai à faire de très-courtes observations.

Oxfordien supérieur. Il est représenté, sur les hauteurs de Mercurey, par des calcaires grisâtres, à grosses Pholadomyes, remplis de Rhynchonelles *(R.* cf. *R. pinguis)*. Le temps a manqué à la Société pour étudier ces couches.

Zone marneuse. La Société n'a pu, non plus, observer cette assise, signalée par M. Delafond à la base de l'étage corallien et dans laquelle on rencontrera, sans doute, les Échinides du Glypticien.

Oolithe rouge. Les carrières de Fontaines et surtout celles de Givry ont montré à la Société ce calcaire oolithique, très-fossilifère, rempli de fragments de Crinoïdes et rappelant le calcaire à entroques du Bajocien.

J'y ai recueilli :

Apiocrinus (fragments de tiges très-communs) (2),
Cidaris florigemma (radioles très-communs),
— *Blumenbachi*, c.,
Rhabdocidaris crassa?,
Pseudodiadema subangulare, r.,
Megerlea Fleuriausa, ac.,
Terebratula (plusieurs espèces),
Rhynchonella cf. *R. pinguis*, c.,
Ostrea cf. *O. Bruntrutana*, cc.,
— *rastellaris (O. gregarea* des auteurs), cc.,
Mytilus subpectinatus,
Pecten,
Ammonites du groupe de l'*A. biplex*, ac.

(1) Dans une course faite après la session, avec M. Delafond, j'ai recueilli dans ce gisement *Ammonites Lamberti, A. Herveyi*, etc.

Sans presque s'écarter de la grand'route d'Autun à Châlon, on peut, entre Saint-Léger-sur-d'Heune et Germolles, étudier toute la série jurassique, coupée par de nombreuses failles et plongeant vers la vallée de la Saône.

(2) Je dois aux recherches de M. Graillot un exemplaire à peu près complet (tige et tête).

Les *Cidaris florigemma* et *C. Blumenbachi* se rencontrent quelquefois dans l'Oxfordien supérieur, et l'oolithe rouge de Givry et de Fontaines renferme d'autres fossiles qui sont oxfordiens autant que coralliens.

Cependant, d'après l'ensemble de sa faune et sa position stratigraphique, cette oolithe me paraît correspondre, avec la zone marneuse signalée à sa base par M. Delafond, aux couches à *Glypticus* et au *Coral-rag* de Châtel-Censoir (Yonne), aux calcaires grumeleux et au *Coral-rag* de Doulaincourt (Haute-Marne).

Ce faciès local du Corallien se retrouve à Mâcon, où il est recouvert, aussi, par des calcaires jaunâtres en dalles (1).

Dalles coralliennes. J'ai recueilli, en 1875, dans les calcaires compactes, se divisant en dalles, de Saint-Hilaire, une Ammonite très-voisine de l'*A. Achilles*. M. Delafond a trouvé dans les dalles de Germolles un exemplaire de la même Ammonite, qui paraît fort rare.

Ces *dalles* correspondent probablement aux *calcaires compactes coralliens* de la Haute-Marne.

Récurrence de **calcaires** à *Apiocrinus*. A la partie supérieure des *dalles* nous avons observé des calcaires jaunâtres, caverneux, friables par places, très-fossilifères, renfermant les mêmes tiges d'*Apiocrinus* que l'oolithe rouge, les mêmes petites Huîtres voisines de l'*O. Bruntrutana*, l'*O. rastellaris*, et, en outre, une grande quantité de *Terebratula* cf. *T. humeralis* et de *T. subsella*.

La présence de ces deux Térébratules est intéressante à noter.

Oolithe corallienne. Notre excursion a été trop courte pour nous permettre de recueillir des fossiles dans cette oolithe, dont nous n'avons pu que constater la position par rapport aux couches sous-jacentes, dans les carrières visitées en montant de Fontaines à la tour de Saint-Hilaire.

Elle correspond probablement à l'oolithe corallienne supérieure de La Mothe (Haute-Marne) et de Tonnerre (Yonne).

Il serait intéressant d'en étudier la faune à Saint-Hilaire et à Givry.

Astartien, Ptérocérien, Virgulien. Quelques-unes des nombreuses assises que nous avons observées à Germolles et dans la carrière du Villars correspondent très-probablement à ces trois subdivisions de l'étage kimméridgien, mais il serait téméraire de fixer leur âge en l'absence de données précises résultant de l'étude des fossiles.

Je ne pense pas que l'on puisse rapporter les moules informes de petites Huîtres de la carrière du Villars, à l'*O. Dubiensis*, espèce de forme très-indécise.

(1) Notes inédites de M. Munier-Chalmas.

Bien que la *Ceromya excentrica* se trouve dans le Corallien compacte de Vouécourt (Haute-Marne) et que la *Pholadomya hortulana* ait été citée dans le Portlandien d'Auxerre (1), l'association de ces deux fossiles, dont des exemplaires ont été recueillis par M. Graillot près de Givry, indique l'Astartien ou le Ptérocérien, leur gisement habituel. Il est à remarquer que l'*Ostrea virgula* ne paraît pas avoir été rencontrée dans cette région.

Portlandien. Les calcaires compactes, de couleur jaune nankin, observés autour de la tour de Saint-Hilaire, et dans lesquels sont intercalés des bancs de sable, m'ont fourni plusieurs espèces de Nérinées, *Mytilus Morrisi* (espèce du Portlandien inférieur), *Pholadomya multicostata* (ordinairement kimméridgienne, quelquefois portlandienne) et plusieurs bivalves (*Fimbria, Cyprina,* etc.) trop mal conservées pour être déterminées avec certitude, mais qui rappellent des formes des calcaires portlandiens de l'Yonne et de la Haute-Marne.

Une *Natica Marcousana* a, paraît-il, été recueillie pendant l'excursion ; je n'ai pu voir l'échantillon ; si la détermination est exacte, ce fossile justifierait plus sûrement l'attribution des calcaires à Nérinées de Saint-Hilaire au Portlandien.

Quant à la brèche de couleur jaune nankin, à cailloux noirs anguleux, observée dans le bois de Saint-Hilaire, elle nous a rappelé la brèche à cailloux noirs du Salève, assimilée, avec doute, au Purbeckien (2).

M. **Delafond** croit avoir vu un banc à Nérinées au-dessus de la brèche rapportée au Purbeckien, ce qui rendrait cette détermination inexacte.

M. **Pellat** répond qu'il peut y avoir alternance de couches purbeckiennes et de dépôts marins ; il est peut-être, du reste, téméraire de ranger dans le Purbeckien la brèche en question.

M. **Delafond** rappelle que l'on a aussi recueilli des Nérinées dans le Néocomien de Saint-Hilaire.

M. **Lory** fait remarquer que ces Nérinées sont peut-être les espèces du Valanginien de Monnetier (Salève).

M. **Pellat** insiste sur les caractères particuliers du Néocomien de Saint-Hilaire, où l'on n'a pas rencontré l'*Echinospatangus cordiformis*, si commun dans le calcaire à Spatangues du bassin de Paris, et qui renferme des *Diceras* ou plutôt des *Valletia* analogues aux *Valletia* des environs de Chambéry (3).

(1) P. de Loriol et G. Cotteau, *Monographie paléontologique et géologique de l'étage portlandien du dép. de l'Yonne*, p. 86.

(2) Voir *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. III, p. 752 et 755; 1875.

(3) M. Charles Méray a, depuis la session, découvert à Germolles deux gisements

M. Lory ajoute que des exemplaires d'une grande espèce de *Pygurus* trouvés par M. Didelot dans les calcaires jaunes de Saint-Hilaire offrent tous les caractères des espèces valanginiennes.

M. Collot appelle l'attention de la Société sur les faits observés dans les **carrières** de **Germolles.** Ces carrières donnent, de haut en bas, la série suivante :

1° Calcaire carié ; environ 1m.

2° Calcaire compacte, blanc-grisâtre ; env. 2m.

3° Banc du même calcaire, avec abondantes Rhynchonelles, dénommé par les carriers *banc d'un mètre*.

4° Oolithe corallienne, très-blanche, désignée par les ouvriers sous le nom de *pierre blanche*, tandis qu'ils appellent *roche* l'ensemble des couches supérieures.

La masse inférieure paraît en stratification discordante avec la supérieure, par suite de l'alternance de bandes parallèles d'oolithes de grosseurs différentes, dont la direction est coupée obliquement par la surface de séparation du banc à Rhynchonelles. C'est là un fait de stratification inclinée en talus sous l'influence des courants qui ont transporté les oolithes.

Cette action des courants est très-remarquable dans les carrières de Givry, qu'une partie de la Société a visitées après celles de Germolles. Les couches du Corallien inférieur y sont formées en grande partie de menus débris organiques. Ceux-ci s'étant accumulés par petits lits

de Néocomien. Ce terrain se montre sur les deux rives de l'Orbize : sur la rive droite, il tapisse la pente nord du Montirdion, précisément en face de l'affleurement de Saint-Hilaire, dont il est séparé par une distance de 14 kilomètres ; sur la rive gauche, il apparaît au sommet d'une petite colline courant de l'est à l'ouest. Parmi les fossiles que M. Méray m'a communiqués, je citerai, avec les *Janira atava*, *Trigonia longa*, *Ostrea Boussingaulti*, *Terebratula sella*, et des *Pygurus* :

Un Pleurotomaire très-voisin des *P. Favrina*, de Lor., et *P. Phidias*, d'Orb., du Néocomien moyen du Salève ;

Des Nérinées inconnues dans le Néocomien du bassin de Paris, très-voisines de la *N. Chamousseti*, d'Orb., du Néocomien moyen de Chambéry, ou de la *N. Renauxiana* de l'Urgonien de la Provence ;

Des *Valletia* analogues aux *Valletia* du Néocomien de Chambéry (*V. Tombecki*, Mun.-Ch.) ;

Une Caprotine voisine de la *C. Lonsdalei* de l'Urgonien de la Provence, justifiant la citation faite par Thiollière d'une Caprotine dans le Néocomien de Saint-Hilaire ;

Un exemplaire de la *Terebratula Guerini* (espèce du calcaire à *Scaphites Ivani* des Basses-Alpes).

La prédominance de ces formes qui appartiennent au faciès méditerranéen du terrain néocomien, est un argument à l'appui de l'opinion de M. Hébert, d'après laquelle la mer néocomienne du bassin de Paris ne communiquait pas directement avec celle du Jura.

(Note de M. Edm. Pellat ajoutée pendant l'impression.)

inclinés en sens inverse d'un banc à l'autre, montrent, sur les parois verticales des carrières, une disposition en arête de poisson.

En outre de cette discordance de stratification qui n'est qu'apparente, et de la différence d'aspect des calcaires, les carrières de Germolles présentent entre la *roche* et la *pierre blanche* une séparation accusée par des perforations dues à des coquilles lithophages qui ont entamé cette dernière assise. M. Collot a recueilli une de ces coquilles bien conservée et logée encore dans son alvéole. S'il fallait voir dans les perforations des mollusques une preuve d'arrêt dans la sédimentation, ce fait aurait à Germolles quelque intérêt; car il pourrait être en relation avec une lacune dans la série jurassique supérieure, qui n'a pas nettement paru complète autour de ce point.

M. **Pellat** pense que les perforations dues à des coquilles lithophages n'ont pas toujours l'importance qu'on leur attribue. On les observe quelquefois au milieu d'un étage, entre des couches contenant une même faune.

M. Collenot donne lecture de la note suivante :

Sur les **Argiles à silex** *de la* **côte Châlonnaise,**

par M. Jules **Martin.**

Une des premières questions dont la Société aura à s'occuper dans cette session est celle des *argiles à silex*, question intéressante s'il en fût, et d'une importance géogénique de premier ordre, en raison des divergences d'opinion qui existent maintenant encore au sujet de l'origine de ces dépôts et de leur mode de formation.

Pour certains géologues, en effet, les argiles à silex sont des matières geysériennes; pour d'autres, le produit de dissolutions et de réactions chimiques ; pour le plus grand nombre, le résultat de l'action mécanique des eaux diluviennes sur les matériaux crétacés de la région. Il en est même qui sont disposés à les considérer comme une formation crayeuse en place. Mais aucune de ces prétendues origines ne résiste à l'examen et toutes me semblent absolument incompatibles avec la constitution physique de ces dépôts.

Il serait prématuré d'entrer ici, à cet égard, dans une discussion qui se produira plus utilement sur les lieux mêmes, lorsque la Société aura les pièces du litige sous les yeux.

En attendant, je rappellerai que M. Collenot et moi, nous avons émis l'opinion que les dépôts dont il s'agit ne peuvent être attribués qu'à

une action glaciaire, et que j'ai particulièrement insisté (1) pour établir qu'en raison de l'âge, aujourd'hui bien constaté, des argiles à silex dans le bassin de Paris, cette action devait remonter jusqu'aux premiers temps de la période tertiaire.

Il y a, je le sais, des argiles à silex de divers âges et dont les unes procèdent souvent des autres par voie de remaniement. Il y en a d'éocènes, de miocènes et même de quaternaires ; mais celles qui longent la côte Châlonnaise appartiennent certainement à l'une des plus anciennes époques, car plusieurs des buttes qu'elles forment émergent visiblement des terrains quaternaires ; il en est même que des travaux récents n'ont atteint qu'à plus de 3 mètres de profondeur sous des limons et des graviers à *Elephas primigenius*.

C'est donc aux temps tertiaires, et peut-être au commencement de cette période, qu'il faut faire intervenir, dans la région, l'invasion glaciaire à laquelle j'ai attribué l'accumulation de ces produits.

Quelle qu'étrange qu'ait pu paraître d'abord cette manière de voir, elle n'en a pas moins, depuis, commencé à faire son chemin. On l'a vue récemment développée avec talent par M. Charpentier de Cossigny, dans la remarquable étude que ce géologue vient de consacrer au terrain crétacé et aux argiles à silex de la Sologne (2).

J'apprécie d'autant plus ce concours, que l'auteur me le donne sans le savoir, croyant lui-même émettre une idée neuve et la tirer de son propre fonds. Mais si, d'un côté, je reçois cet appui, je n'ignore pas, non plus, les objections qui me sont faites.

Les principales ont trait aux faunes et aux flores tertiaires, que l'on dit incompatibles avec l'idée d'un climat glaciaire, et aussi à l'absence, dans les argiles à silex, des roches polies et striées qui sont la caractéristique indispensable de tout produit morainique. Mais il s'en faut que les arguments puisés à ces sources soient sans réplique. Témoins la faune quaternaire et ses légions de grands Félins, d'Hippopotames, de Rhinocéros, de Tapirs et d'Eléphants de diverses sortes, animaux qui, de nos jours, ne peuvent vivre et se développer que dans les régions les plus chaudes de l'Afrique et des Indes, et qui cependant, au temps de la grande extension glaciaire de cette période, peuplaient de leurs troupeaux immenses la contrée où la Société se trouve réunie.

Pour la flore, ai-je besoin de rappeler qu'aujourd'hui à la Nouvelle-Zélande, par une latitude de 40 à 50° sud, certains glaciers descendent à moins de 220 mètres au-dessus du niveau de la mer, à travers des

(1) *Limon rouge et Limon gris. Observations sur divers produits d'origine glaciaire en Bourgogne;* 1873.

(2) *Bull. Soc. géol. France*, 3e sér., t. IV, p. 230.

forêts de Fougères en arbre, de *Dracæna*, de *Metrosideros*, de *Podocarpus*, de *Dammara*, etc., qui ne résistent, sous notre climat, que dans les serres humides et tempérées (1)?

En présence de pareils faits, est-il bien sérieux de prétendre que tels ou tels mollusques et même que telles associations de mollusques et de plantes tertiaires soient incompatibles avec un régime glaciaire? Je ne le pense pas.

Reste, il est vrai, l'absence ou, pour mieux dire, le défaut de constatation des stries caractéristiques. Mais, si l'on veut bien considérer de quels matériaux se composent les argiles à silex, on verra qu'elles ne contiennent guère que ce que l'on peut appeler des burins glaciaires, bien plus propres à laisser sur d'autres corps l'empreinte de leur morsure, qu'à se rayer entre eux. C'est donc, selon moi, beaucoup moins dans ces débris de silex qu'il faut s'attacher à rechercher les stries et le poli, que sur les roches en place qui servent de base et d'appui à ces dépôts. La difficulté, seulement, est de trouver ce point de contact.

Cependant, si, comme l'affirme M. Delafond, ces gisements reposent généralement ici sur les calcaires compactes de l'étage corallien, et si à Saint-Boil, au pied de la côte, comme au bois des Caillots et ailleurs sur les plateaux, de l'autre côté du vallon de la Guye, il a pu constater cette superposition, c'est là qu'il faudra chercher, et j'ai l'intime conviction que les géologues de la localité qui voudront bien se donner cette peine en seront récompensés.

En attendant, et jusqu'à ce que l'on soit parvenu à trouver ce dernier élément de confirmation de mon opinion, il ne faudra pas trop se hâter de la condamner; car, si à la thèse par laquelle je soutiens l'existence de glaciers dans la région dès les commencements de l'époque tertiaire, il ne manque que l'appui des stries caractéristiques, je suis à même de les fournir.

J'ai entre les mains des cailloux polis et striés, qui ne proviennent pas, il est vrai, des buttes d'argile à silex de la côte Châlonnaise, mais qui en sont sûrement contemporains (2).

Je les ai recueillis moi-même à Dijon, avec beaucoup d'autres, dans une sorte de conglomérat à ciment rougeâtre et à grands éléments, au-dessous des dépôts à *Helix Ramondi* et en contact immédiat avec eux, en sorte que l'âge de ce gisement est incontestable et remonte, pour le moins, au commencement de l'époque miocène.

(1) De Hochstetter. *Neu-Seeland*, p. 340.

(2) Ces cailloux n'ont pu être présentés à la Société, M. Martin ayant été empêché de se rendre à la réunion; mais M. Collenot qui les a vus affirme qu'ils sont effectivement polis et stries.

(Note de M. Collenot.)

J'ai, dans le temps, fait connaître la composition et les allures de ces singuliers dépôts (1); je n'y reviendrai pas ici. Je dirai seulement que, comme les buttes d'argiles à silex du Châlonnais, ils gisent toujours au pied de la côte, où ils forment des bombements caractéristiques au débouché des combes et des vallons dans la plaine.

J'ajouterai que, comme ici encore, les formations en place auxquelles ont été arrachés ces produits de transport, ont généralement disparu sur les sommets, et qu'enfin, comme les argiles à silex, ils ont été suivis par des nappes d'épanchement d'une autre nature et probablement aussi d'un autre âge, avec lesquelles ils ne se mélangent jamais, bien qu'ils se trouvent souvent en contact.

Je veux parler des traînées de chailles jurassiques, à gangue argileuse d'un brun rougeâtre, si fréquentes tout le long de la côte de Dijon à Chagny et de Chagny à Saint-Gengoux, chailles dont le dépôt s'est également opéré aux altitudes les plus diverses, depuis la cote de 200^{m} jusqu'à celle de 480^{m}, et que l'on voit fréquemment, sur les pentes, descendre des sommets dans la plaine.

La Société pourra examiner un de ces curieux dépôts au bas de Bissey-sous-Cruchaud et d'autres, non moins intéressants, au pied de la côte à Juilly, et sur les sommets qui dominent Saint-Vallerin. Je crois qu'après les avoir étudiés, elle sera d'avis que, s'ils ne sont pas de même date que les argiles à silex, ils sont certainement dûs aux mêmes agents de transport, et que toute théorie proposée pour expliquer la formation des unes devra nécessairement être applicable aux autres, sous peine d'être réputée fausse et inacceptable.

M. Collenot fait la communication suivante :

Sur les **Argiles à silex** *de la* **côte Châlonnaise,** par M. **Collenot.**

M. Jules Martin se proposait de venir défendre lui-même les opinions qu'il a émises au sujet des argiles à silex de la côte Châlonnaise. Retenu au dernier moment par une indisposition grave et subite, il ne peut, à son grand regret, prendre part à notre réunion. Je me trouve donc chargé, conformément à son désir et par suite d'une communauté de vues sur le sujet, de faire valoir les motifs qui ont déterminé sa manière de voir. J'y suis d'ailleurs engagé par ce fait, que, le

(1) *Op. cit.*, p. 131.

premier, j'ai considéré le Morvan comme ayant été le siége de phénomènes glaciaires (1), et que j'ai provoqué des recherches auxquelles je me suis associé et qui ont amené M. J. Martin à partager mon opinion (2).

Le temps a manqué à la Société pour voir, dans tous leurs détails, les dépôts qu'elle a visités aujourd'hui et que nous avions explorés, il y a cinq ans, M. Martin, M. Bochard et moi. Je serai donc obligé de signaler certains faits qui ont échappé à l'examen de nos confrères.

La question des argiles à silex est, dans l'état actuel de la science, une des plus difficiles, et je dois avouer que, si nous avions étudié seulement le Châlonnais, nous aurions eu de la peine à trouver une solution; mais l'observation des mêmes terrains au nord et surtout au nord-ouest du Morvan, où ils se présentent avec un caractère mieux défini, nous a, croyons-nous, permis de reconnaître leur origine. Je serai donc obligé de donner une description sommaire de l'aspect qu'ils présentent sur les plateaux du Nord de l'Auxois. Ce n'est pas, en effet, de l'examen d'une seule contrée, mais de l'ensemble des faits de même nature à l'entour du Morvan, qu'on peut tirer une conclusion d'une certaine valeur.

Des différentes études qui ont été faites des argiles à silex (3), il semble résulter qu'elles se sont formées aux dépens de la Craie; qu'elles contiennent des fossiles des différents étages crétacés; qu'elles ont été déplacées de leurs premiers gisements et profondément modifiées; que, si elles recouvrent quelquefois certains terrains de la Craie en place, ou si elles sont souvent dans leur voisinage, il arrive aussi qu'on ne retrouve plus, même à grande distance, la Craie normale aux dépens de laquelle le dépôt argileux s'est produit; que, de plus, elles paraissent être de différents âges, appartenant, pour la plupart, à la période tertiaire.

(1) *Existence de Blocs erratiques d'origine glaciaire au pied du Morvan, Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXVI, p. 173; 1868.

(2) *Les glaciers du Morvan, Bull.*, 2e sér., t. XXVII, p. 225; 1869; — *Limon rouge et Limon gris. Observations sur divers produits glaciaires en Bourgogne;* 1872; — *Deux époques glaciaires en Bourgogne, Bull.*, 3e sér.. t. I, p. 390; 1873.

(3) Raulin et Leymerie, *Statistique géologique du dép. de l'Yonne*, p. 259; 1858; — Ébray, *Note sur le mode de formation des poudingues de Nemours, Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVII, p. 695; 1860; — Laugel, *Note sur l'âge des silex et des grès dits ladères, Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 153; 1861; — Hébert, *Sur l'argile à silex, etc., du Nord-Ouest de la France, Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 445 (p. 450 et 453); 1862; — de Lapparent, *Note sur un poudingue manganésifère observé dans le pays de Bray, Bull.*, 2e sér., t. XXIX, p. 333; 1872; — de Mercey, *Sur l'argile à silex, Bull.*, 3e sér., t. I, p. 134 et 193; 1872-73; — de Cossigny, *Note... sur l'argile à silex d'Allogny*, etc., *Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 230; 1876.

Les argiles à silex de Saône-et-Loire, signalées pour la première fois, je crois, par M. Canat, lors de la réunion de la Société géologique à Dijon en 1851, et contenant, comme nous avons pu le constater aujourd'hui, le *Micraster coranguinum*, sont éloignées de tout dépôt normal de la Craie sénonienne. Nous les avons trouvées hier conservées dans une faille de la montagne corallienne de Saint-Hilaire, mais remaniées et mêlées à des débris du Gault, dont on a reconnu les fossiles, avec des paquets de la Craie blanche, le tout reposant sur un lambeau de Portlandien tombé lui-même entre les lèvres de la faille. Nous venons de les rencontrer aujourd'hui au pied de la côte Châlonnaise, dont les plateaux, en regard et à l'ouest, sont constitués par l'Oolithe inférieure, sur des failles et au voisinage de failles qui mettent en contact ces argiles avec le Corallien, comme à Jully (altitude, 290^{m}), où elles plongent à l'est ou plutôt au sud-est vers la Grosne (voir Pl. XX, fig. 5). On les retrouve aussi, suivant la même coupe, à 460 mètres, toujours sur le Corallien, inclinées en sens inverse, c'est-à-dire vers l'O. S. O., au-dessus d'une faille au fond de laquelle coule la Guye. Nous les aurions reconnues, si nous avions pu les visiter, dans la même position, inclinées vers le S. E. (voir Pl. XX, fig. 6), aux environs de Saint-Boil, au lieu dit Le Châtenoy, où elles forment, avec quelques traces de grès albiens, des monticules accumulés, en retrait les uns des autres. Elles existent encore à proximité de failles près de la butte de Thil, aux Filtières, au Plat-Mont, etc.

Au premier abord, il paraît naturel d'admettre, et je l'ai admis pour un instant, que des surfaces crétacées en place, existant primitivement à une grande hauteur, au sommet des montagnes de la côte Châlonnaise, sont tombées par des failles au point où nous les trouvons aujourd'hui, que ces failles les ont protégées contre l'érosion qui pourtant les a modifiées, et que les parties non tombées ont été emportées par les agents de dénudation.

Cependant une grave objection se présente à l'esprit. La chûte par faille n'a pas pour effet de détruire la stratification des terrains abaissés, à moins qu'ils ne soient emprisonnés et brouillés dans la faille même ; or, à Jully, au Châtenoy et sur le lambeau qui domine la Guye, les éléments crétacés ne sont pas sur la faille, mais bien à côté. Les argiles à silex sont en dehors des brisures, et pourtant, non-seulement elles n'offrent aucune stratification, mais le calcaire en est complétement absent ; il a donc été dissous et entraîné. De plus, l'argile, en beaucoup de points, est sableuse et roussâtre, comme si elle résultait de la trituration des silex, et ces silex sont généralement fragmentaires, à angles vifs. On ne saurait prétendre que c'est là l'état primitif des dépôts crétacés, dans l'hypothèse qu'ils s'étendaient sur des som-

mets réduits aujourd'hui par ablation. Le défaut de stratification de la masse, la fragmentation des silex et leur disposition sans ordre s'y opposent.

Pour se rendre compte d'un pareil état de remaniement, il faut en chercher la cause dans des glissements ou des transports à grande distance, qui ont permis aux agents modificateurs de pénétrer les dépôts crétacés, de les mêler, d'en dissoudre la partie soluble et de les mettre dans l'état où nous les trouvons, sans pourtant arrondir les angles des fragments.

On a fait sur les lieux une objection. M. Tournouër a dit que les deux buttes de Jully, en admettant le transport, représentent des cônes de déjection comparables par leur masse aux plus grands cônes des contrées alpines, et que les échancrures des hauteurs par où ils seraient arrivés sur les flancs de la vallée de la Grosne ne sont pas en proportion avec une pareille masse de charriage.

Rien ne s'oppose pourtant à admettre des glissements sur les plans inclinés des sommets de la côte (voir à la planche XX les coupes de M. Delafond). La cause du dépôt effectué par glissement devient même évidente par ce fait qu'un autre dépôt de chailles bathoniennes avec argile, dont on peut suivre la traînée depuis le sommet des plateaux, vient, suivant l'expression de M. Canat, ruisseler le long des pentes et s'appuyer contre la butte de Jully, en même temps que sur la montagne, entre Saint-Vallerin et Montagny (altitude, 346 à 414^{m}), les mêmes chailles avec argile reposent sur l'Oolithe inférieure et couvrent de leurs débris une étendue considérable, en formant une couche assez puissante pour que la charrue n'en atteigne pas le fond. De plus, ces chailles, qui contiennent quelques rares débris de silex sénoniens, sont, de même que les débris crétacés, empâtées dans une argile sableuse, mais de couleur plus foncée, comme si cette argile avait été produite par élimination du calcaire aux dépens des chailles et par trituration.

Il est impossible de ne pas voir dans ces deux dépôts juxtaposés à Jully, les résultats d'un même phénomène, avec cette seule différence que les chailles ont suivi, de près ou de loin, les argiles crétacées avec silex, dans leur mouvement de descente.

Les chailles existent encore en d'autres points, mêlées à des débris de fer pisolithique. Nous les avons trouvées ce matin au-dessous de Bissey-sous-Cruchaud, au pied du château des Raveaux, accumulées, avec d'autres roches de la contrée, contre un obstacle formé par des grès triasiques, vers la droite d'un ravin, tandis que sur la gauche elles ont glissé au delà de la route de Buxy à Rosey, à l'entrée du bois. Au dessus du plateau qui domine Bissey, elles s'étendent à la surface, près

d'un ancien moulin à vent, formant des champs cultivés sur l'Oolithe inférieure (altitude, 428m).

Il est vrai que les roches bathoniennes et même le Fuller's-earth en place aux environs renferment des chailles, et l'on a prétendu que c'est aux dépens de ces roches dissoutes par les agents atmosphériques, que se sont formés les puissants dépôts que nous venons de citer; mais les chailles bathoniennes de la côte nous paraissent insuffisantes pour fournir un pareil volume de débris.

Notons en passant que, quelle que soit d'ailleurs la provenance des argiles à chailles et des argiles à silex, en présence de la fragmentation des éléments siliceux, le régime glaciaire nous semble seul, par son humidité excessive, ses fontes de neige et ses gelées intenses, capable de donner un pareil résultat.

Mais d'où viennent ces débris remaniés, inclinés, comme nous l'avons dit, au S. O. vers le cours de la Guye, à 460 mètres d'altitude, ou tombés au S. E., comme à Jully, du côté de la Grosne, à 290 mètres, ou encore au Châtenoy, à 340 mètres? Ils proviennent évidemment de points beaucoup plus élevés, et, si l'on suit leur direction générale, ils sont descendus du N. O., c'est-à-dire du Morvan occidental. Nous les trouverons même plus près du Morvan, sur le versant méridional de la butte basaltique de Drevin (1).

Cependant le Morvan, qui ne porte sur ses roches cristallines que quelques lambeaux jurassiques constitués par l'Infra-lias, le Lias inférieur et tout au plus la base de l'étage bathonien (2), ne paraît guère avoir été couronné par la série crétacée. C'est en effet la première idée qui se présente à l'esprit, si l'on ne tient pas compte des terrains faillés qui l'entourent.

Mais, si l'on suit la grande ligne de ruptures qui limite le Morvan à l'ouest, et qu'on rétablisse par la pensée les points faillés dans l'état où ils étaient primitivement, il devient manifeste que toute la série jurassique, si elle n'atteignait pas peut-être les plus hauts sommets, passait sur le massif nord du Plateau central. D'autres lignes de failles, un peu plus à l'ouest et à peu près parallèles, montrent également que la Craie passait sur le Jurassique et que les terrains secondaires ne se sont pas déposés, comme on l'a cru, au pied du Morvan, mais qu'ils s'y trouvent placés par l'effet de brisures considé-

(1) En effet, dans son excursion du 30 août, la Société a constaté la présence des silex de la Craie sur les flancs du cône de Drevin, où ils sont répandus sur les strates de l'étage rhétien.

(2) La faille de Saint-Honoré-les-Bains est sur un lambeau du Fuller's-earth supérieur.

rables; c'est ce que M. Ébray a mis en évidence (1). Du côté de l'est et même du nord, en tenant compte des failles et des flexions, on arrive à la même appréciation (2).

La preuve de ce fait de recouvrement du Morvan par les dépôts de la Craie résulte encore de la disposition de débris considérables de roches sénoniennes et albiennes sur les plateaux et les pentes jurassiques du Nord et du Nord-Ouest du Morvan, dans la direction du bassin de Paris. La position qu'occupent ces vestiges importants, leur composition, leur voisinage du Morvan, la présence de silex crétacés et de chailles, l'alignement des traînées d'un grand nombre, leur défaut de stratification, démontrent à la fois qu'ils viennent du Morvan, qu'ils ont une origine morainique et qu'ils sont la contre-partie des argiles à silex du bassin de la Saône (3).

Nous allons en donner une description sommaire (4).

Au nord-ouest d'Avallon et en regard de Vézelay existe, à l'altitude de 360 mètres, une colline couronnée par la Grande Oolithe et appelée

(1) Ébray, *Études géologiques sur le dép. de la Nièvre;* 1858-1864; — *Sur la ligne de propagation de quelques fossiles et Considérations sur la ligne de partage du bassin de la Seine et du bassin de la Loire;* 1862; — *Sur la position des calcaires caverneux autour du Plateau central, Bull.*, 2e sér., t. XX, p. 161; 1862; — *Nullité du système de soulèvement du Sancerrois, Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 471; 1867; — *Nullité du système de soulèvement du Morvan, Bull.*, 2e sér., t. XXXI, p. 717; 1867; — *Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or, et Considérations générales sur la limite de la période jurassique et de la période crétacée, Bull. Sciences industrielles de Lyon;* 1867.

(2) Collenot, *Description géol. de l'Auxois*, p. 367.

(3) Si le Morvan est aujourd'hui plus dénudé que les plateaux jurassiques qui l'environnent, il n'a pas dû en être ainsi dans l'origine, soit que, plus congelé, il ait été moins dégradé que ces mêmes plateaux, dépouillés avant lui de leur Craie en place, même d'une partie de leurs assises jurassiques les plus proches du massif cristallin, soit que la mer, en se retirant après les failles et les flexions, ait rongé les plateaux jurassiques, exposés, par leur faible profondeur sous les eaux, à l'agitation destructive des vagues et peut-être au balancement des marées.

La dénudation du Morvan, commencée à l'époque du charriage erratique des dépôts crétacés et jurassiques, s'est continuée probablement avec une plus grande énergie par la fonte de la calotte de glace dont il était surmonté, et par l'effet des torrents énormes qui en étaient la conséquence, aussi bien à la fin de la période tertiaire que pendant et après l'époque quaternaire.

Du reste, le Nord du Plateau central, par la nature peu résistante de la plupart de ses roches, offre une grande prise à l'érosion, et, sans la protection des surfaces forestières et gazonnées, il serait soumis encore aujourd'hui à une ablation des plus actives. On peut en juger par les énormes ravines qui sillonnent ses pentes sur différents points et par l'effet des pluies, des fontes de neige et des orages sur certains défrichements.

(4) Voir pour plus amples détails : J. Martin, *Les glaciers du Morvan*, et notre *Description géologique de l'Auxois*.

le *Gros-Mont*. Elle n'est séparée du Morvan que par une vallée profonde, large de 3 à 4 kilomètres. En montant au sommet de la pente qui fait face au Morvan, on rencontre des cailloux épars de silex et de chailles et quelques grès ferrugineux. Sur le point culminant, où le sol est pelé et comme usé par un frottement énergique, on ne remarque plus de produits étrangers aux roches bathoniennes; mais, en descendant le versant nord-ouest, on voit surgir, au milieu d'un vaste tapis de bruyères, d'énormes blocs d'un grès roux, quartzeux, enchassant de petits galets de quartz.

Ces blocs, de 3, 6 et même 15 mètres cubes, distribués à la file au nombre de treize, restant d'un plus grand nombre, sont alignés suivant la direction N. O. sur une pente, dans une faible dépression. Ils sont minéralogiquement semblables aux grès albiens en place aux environs de Saint-Sauveur (Yonne), et ils présentent tous des angles d'inclinaison différents et en désaccord avec leurs assises de stratification. La traînée a environ 238 mètres de longueur.

Ils reposent sur une argile panachée de jaune et de blanc, criblée de débris de silex sénoniens anguleux et de concrétions ferrugineuses. Cette argile ocreuse, dans laquelle sont mélangés les éléments albiens et sénoniens, a toutes les apparences d'une boue glaciaire, et l'alignement des blocs leur donne l'aspect de moraines.

Un peu au nord de Gros-Mont, une butte voisine, au sommet étroit, appelée *Roumont*, d'une altitude de 302 mètres, porte sur son versant sud-est, et en approchant du sommet, un placage de matières argilo-sableuses, avec galets de quartz albiens et fragments de grès du même terrain, tandis que sur le versant nord-ouest c'est le Sénonien erratique qui se présente au milieu des bruyères, sous la forme de nombreux blocs dont les plus gros mesurent un mètre cube et qui pointent sans ordre. Ces blocs sont constitués par un poudingue à pâte siliceuse et translucide, englobant des cailloux anguleux de silex, parmi lesquels M. Moreau a trouvé l'*Ostrea carinata* (1). Ils reposent sur un énorme placage d'argile blanche renfermant une grande quantité de silex anguleux, sans aucune trace de grès albiens.

Ainsi, sur ce mamelon étroit de Roumont existent deux dépôts d'origine différente, l'un albien, l'autre sénonien, qu'il me paraît impossible d'expliquer autrement que par un phénomène glaciaire.

Si nous allons un peu plus loin vers le nord-ouest, nous rencontrons sur le Corallien les dépôts de Magny près Châtel-Censoir. Là, sur un petit tertre à l'ouest du village, à 210 mètres d'altitude et à

(1) Pour former ces poudingues analogues aux poudingues de Nemours, il a fallu une première fragmentation des silex, un apport probablement geysérien qui les a ressoudés, puis un transport qui les a disséminés sur la pente de Roumont.

75 mètres au-dessus de l'Yonne, sur une longueur de 200 mètres et une largeur de 60, existe, de l'E. S. E. à l'O. N. O., une suite de blocs au nombre d'environ 120 et dont le volume s'élève pour certains à plusieurs mètres cubes. Ce sont des poudingues composés de silex unis par un ciment de grès quartzeux. Il y a là évidemment les mêmes éléments qu'au nord-ouest de Roumont. On y a trouvé le *Discoïdea conica*. En 1845, lors de la réunion de la Société à Avallon, M. Virlet d'Aoust émettait l'avis que la traînée de Magny présentait le caractère d'une moraine latérale, mais il n'osait l'affirmer à une époque où l'on croyait que le Morvan avait pris son dernier relief vers la fin du Trias et où l'on n'admettait pas que le Nord du Plateau central eut porté la Craie et bien moins encore des glaciers. L'existence des glaciers sur le Plateau central n'est plus mise en doute aujourd'hui après les découvertes de MM. Delanoue, Tardy, Gruner, Ch. Martins, etc.

Nous ne continuerons pas à décrire les nombreux endroits de l'Avallonnais qui portent des vestiges analogues. Nous les avons indiqués dans notre *Description géologique de l'Auxois;* nous nous contenterons de citer encore les hauteurs de Montvigne, près Bazoche (Nièvre), où, à l'altitude de 428 mètres, sur la lèvre affaissée d'une faille, mais pourtant plus haut que la lèvre morvandelle, relevée mais fortement dénudée (420^{m}), on trouve, sur la Grande Oolithe, les mêmes dépôts qu'à Grosmont, Roumont et Magny. Nous indiquerons aussi le plateau de Genay, au nord-ouest de Semur, où, en face du Morvan, les mêmes roches du Gault et de la Craie, mais sans argile, sont semées sur une surface inclinée et constituée par l'Oolithe inférieure.

L'état franchement erratique des roches qui nous occupent est donc mieux caractérisé au nord-ouest du Morvan qu'au sud-est ; mais il est évident que les conditions sont les mêmes. Toute la différence consiste en ce que dans les environs d'Avallon et de Semur l'élément albien est plus abondant que dans la côte Châlonnaise, et que les chailles y ont moins d'importance; mais si l'on ne peut contester l'influence glaciaire sur les montagnes de l'Auxois, il faut bien l'admettre pour les bords de la Grosne et de la Guye.

L'absence de gros blocs dans le Châlonnais ne peut être un argument contre la théorie glaciaire. Les glaciers ne charrient que ce qu'ils reçoivent par chûte des points qui les dominent, et l'on ne doit pas s'étonner des petites dimensions des éléments transportés, si l'on songe au peu de résistance des calcaires de la Craie et même du Bathonien aux agents destructeurs, et au peu de cohésion des éléments crétacés dans certaines circonstances. Les silex, seuls insolubles, sont restés empâtés dans la boue glaciaire, mais ils ont été fragmentés, aussi bien par le frottement que par l'effet des gelées.

L'absence de stries sur les silex et même sur les grès albiens du Nord-Ouest n'est pas également une preuve à invoquer contre la théorie glaciaire ; car, pour porter des stries, il faut que la roche présente certaines conditions ; or les grès albiens s'égrènent et ne se rayent pas sous le frottement, et si les silex peuvent rayer, ils ne peuvent être rayés.

M. J. Martin a déjà répondu à l'objection fondée sur le climat tropical de la période tertiaire; nous ajouterons que, indépendamment des blocs striés et polis trouvés par lui aux environs de Dijon, sous la zone à *Helix Ramondi*, MM. Garrigou (1), Stuart-Menteath (2), Roujou (3), Colomb (4), et d'autres géologues ont constaté l'existence de glaciers tertiaires ayant commencé dès l'époque miocène.

Nous ne terminerons pas sans exprimer le vœu que de nouvelles et sérieuses investigations soient entreprises sur toutes les limites du Morvan, surtout dans la Nièvre. Le peu que nous avons vu dans ce département nous porte à penser qu'on y trouverait de nombreuses traces des terrains que nous considérons comme erratiques.

Nous signalerons, en passant, des dépôts analogues à ceux du Châlonnais sur les limites de Saône-et-Loire, près du confluent de l'Arroux et de la Loire, entre Digoin et Saint-Agnan, sur les collines qui bordent la rive gauche du fleuve, où le sol des vignes est composé d'une argile à chailles, mais à chailles différentes de celles de la vallée de la Grosne, du Dijonnais et de l'Auxois : elles sont roussâtres et d'aspect cireux à la surface.

On retrouve ces mêmes chailles sur les hauteurs qui dominent Saint-Honoré-les-Bains; elles y sont moins abondantes. Elles existent aussi dans les sables de la Loire et jusque sur la partie haute du mamelon sur lequel est bâti Nevers. Dans cet état, il est évident qu'elles ont été reprises par les eaux et remaniées à l'époque quaternaire. Leur énorme quantité, qu'elles soient englobées dans les argiles ou à l'état libre, indique un point d'émission considérable.

En travaillant à la tranchée du chemin de fer de Digoin à Saint-Agnan, mais plus près de cette dernière station, on a rencontré des

(1) *Traces de diverses époques glaciaires dans la vallée de Tarascon (Ariége), Bull.*, 2e sér., t. XXIX, p. 577; 1867; — *Glaciers et dépôts quaternaires des Pyrénées, Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques, Compte-rendu de la 5e session à Bologne* (1871), p. 89; 1873.

(2) *Sur les évidences d'une époque glaciaire miocène considérées spécialement dans les Pyrénées, Bull.*, 2e sér., t. XXV, p. 694; 1868.

(3) *Congrès intern. d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques, session de Bologne* (1871), p. 86; 1873.

(4) *Bull.*, 2e sér., t. XXVII, p. 559; 1870.

Oursins siliceux, indices d'un dépôt crétacé. Là encore les chailles et les débris sénoniens seraient juxtaposés.

En outre, il existerait, dit-on, sur les hauteurs près de Saint-Aguan, des blocs siliceux d'assez grande dimension.

Si le nouvel examen que nous sollicitons aux environs du Morvan donnait tort à notre théorie, nous aurions la satisfaction d'avoir provoqué des recherches pour l'éclaircissement d'un sujet litigieux ; et peut-être la solution de la question morvandelle conduirait-elle à celle des argiles à silex sur les autres points de la France.

M. Delafond fait la communication suivante :

Sur les **Argiles à silex** *de la* **côte Châlonnaise,** par **M. Delafond.**

Les *Argiles à silex* constituent dans la partie orientale du département de Saône-et-Loire une formation fort importante. D'une part, elles s'étalent suivant une longue bande, peu interrompue, depuis Fontaines jusqu'aux environs de Cluny, dans le massif montagneux qui constitue la côte Châlonnaise. D'autre part, elles existent dans toute la côte Mâconnaise, depuis Vers jusqu'à La Grisière près Mâcon.

Le massif montagneux de la côte Châlonnaise est orienté N. 20 à 30° E., et vient se souder à Chagny au massif de la Côte-d'Or. Les montagnes du Mâconnais présentent la même orientation ; elles se soudent au midi aux montagnes du Lyonnais et se terminent brusquement au nord aux environs de Sennecey-le-Grand.

Je m'occuperai plus spécialement ici des terrains de la côte Châlonnaise.

La formation des Argiles à silex se compose d'argiles, de sables, de silex pyromaques et de minerai de fer.

Les argiles sont jaunâtres ou rougeâtres. Les sables, généralement rougeâtres, sont parfois agglutinés et constituent alors des grès grossièrement cimentés. Les silex sont de grosseur et de forme très-variables; ils ne sont nullement arrondis et leurs formes excluent l'idée d'un charriage important. Le minerai de fer est peu abondant dans la côte Châlonnaise; cependant on en rencontre parfois des échantillons assez volumineux.

Fossiles. Les sables et argiles ne renferment aucune trace de corps organisés. Les silex, au contraire, contiennent en grande abondance des Bryozoaires, et assez fréquemment d'autres fossiles appartenant

tous à l'époque crétacée : on peut citer notamment, parmi les plus fréquents, *Micraster coranguinum* et *Ananchytes ovata*.

Origine de cette formation. Les Argiles à silex ont déjà été l'objet de nombreuses études, soit dans Saône-et-Loire, soit dans les autres contrées. Leur origine et leur âge ont donné lieu partout à d'assez vives controverses, et cette importante question est encore loin d'être résolue.

La théorie la plus répandue consiste à regarder ce terrain comme provenant du démantèlement sur place de la Craie blanche ; le calcaire crayeux aurait disparu sous l'influence d'une cause inconnue, et aurait été remplacé par des argiles et des sables auxquels beaucoup de géologues attribuent une origine éruptive. C'est à l'époque éocène inférieure que se serait produit ce phénomène ; il aurait eu lieu soit avec le concours des eaux tertiaires, soit indépendamment de l'action de ces eaux. Dans ce dernier cas, ce seraient des émissions contemporaines des éruptions sidérolithiques éocènes, et de même origine, qui auraient, en agissant sur la craie, suffi à amener la destruction totale du calcaire.

Tout récemment d'autres géologues (MM. J. Martin et de Cossigny) ont mis en avant une théorie toute différente : ils ont cru voir dans cette singulière formation le résultat du démantèlement du terrain crétacé par les glaciers ; d'après eux les gisements d'Argiles à silex ne seraient que les moraines laissées par ces mêmes glaciers.

Ces deux théories me paraissent insuffisantes pour expliquer les faits observés dans le Châlonnais, ainsi que cela résultera des développements suivants.

Mode de gisement des Argiles à silex dans la côte Châlonnaise. Avant de décrire le mode de gisement des Argiles à silex, il est indispensable de jeter un rapide coup d'œil d'ensemble sur les formations géologiques antérieures.

Après le dépôt des terrains houiller et permien, de grandes dislocations se produisirent dans ces contrées ; car on voit le Trias reposer sur ces terrains en stratification tout à fait discordante.

Mais, depuis le Trias jusqu'au terrain crétacé, on ne trouve aucune trace de mouvement violent du sol : tous les terrains se succèdent sans aucune discordance ; la Société a pu notamment vérifier qu'à Saint-Hilaire (Fontaines) le Néocomien repose en concordance parfaite sur le Portlandien.

Cependant de grandes différences s'observent au point de vue de l'importance du développement de ces divers étages. Depuis le Trias jusqu'au Corallien inclusivement, les formations sont puissantes et ne semblent présenter aucune lacune. Plus haut, il en est tout autrement :

l'Astartien et le Ptérocérien sont souvent douteux; le Virgulien est représenté tout au plus dans les carrières du Villars, et le Portlandien manque le plus généralement. Quant au Néocomien et à l'Albien, ils n'ont été signalés jusqu'à présent qu'à Saint-Hilaire (1).

Mais on peut dire que cette série, qu'elle soit complète ou incomplète, est toujours surmontée par les Argiles à silex. Comme la plupart du temps les terrains jurassiques supérieurs et le Néocomien manquent, c'est surtout sur le Corallien qu'elles reposent.

Les Argiles à silex reposent donc toujours sur le terrain le plus récent que présente la contrée. Il n'existe à cette règle aucune exception.

De ces faits nous pouvons conclure : 1° que les Argiles à silex ne reposent pas sur la Craie blanche ; 2° qu'il n'y a eu entre le dépôt des terrains jurassiques et celui des Argiles à silex aucune dislocation importante du sol. S'il en avait été autrement, on verrait en effet ces argiles reposer indifféremment sur n'importe quel terrain, de même que le Trias est supporté indifféremment par le granite, le terrain houiller et le terrain permien.

Cette deuxième conclusion peut d'ailleurs se déduire de considérations d'un ordre différent.

L'observation prouve que ce terrain des Argiles à silex a été accidenté par toutes les failles qui ont affecté la formation jurassique. Ce fait ressort des coupes ci-jointes (Pl. XX, fig. 5-8), qui ont été relevées sur divers points de la côte Châlonnaise. La coupe 5 notamment a été vérifiée par la Société.

Ces coupes montrent que tantôt les Argiles à silex ont été portées à des altitudes considérables (sommet de la montagne du Puley, 418^{m}; sommet de la montagne située entre Montagny et Savianges, 460^{m}), tantôt, au contraire, elles ont été abaissées jusqu'au niveau de la plaine bressane (monticule de Jully, etc.).

Partout où on observe les Argiles à silex, soit dans le Mâconnais, soit dans le Châlonnais, les mêmes faits sont manifestes. Nulle part on ne trouve la trace d'accidents qui aient affecté le terrain jurassique sans avoir atteint également les Argiles.

La Société géologique a, notamment, vérifié que l'une des plus grandes failles de la région, celle qui va de Givry jusqu'au delà de Saint-Gengoux, sur plus de 20 kilomètres de longueur, et qui occasionne un rejet d'au moins 400 à 500 mètres sur certains points, est postérieure au dépôt des Argiles à silex. On trouve en effet dans le

(1) Je m'abstiens de citer les petits lambeaux de Craie qui ont dû exister aussi à Saint-Hilaire, ainsi que la Société l'a constaté dans son excursion.

remplissage de cette faille un conglomérat bréchiforme, composé de calcaires, de silex pyromaques et de minerai de fer.

Nous pouvons donc poser la conclusion suivante : *c'est que les failles qui ont bouleversé si profondément les terrains jurassiques de notre région et ont donné à la côte Châlonnaise le relief qu'elle possède aujourd'hui, ont toutes été postérieures aux Argiles à silex.* Mais nous pouvons arriver encore à définir d'une manière plus précise l'âge de ces accidents.

Dans la plaine bressane nous voyons en effet les terrains tertiaires venir buter en couches horizontales contre les assises redressées des terrains jurassiques : il n'y a donc eu dans nos contrées, depuis l'époque tertiaire, aucun accident géologique important. Par suite, c'est avant le dépôt des terrains tertiaires que se sont produites les failles si nombreuses et parfois si importantes dont il a été question plus haut.

Ce sont ces mêmes dislocations qui ont déterminé la formation de la plaine bressane, dans le sein de laquelle se déposaient les terrains tertiaires et quaternaires.

C'est d'ailleurs un phénomène analogue qui a déjà été observé et décrit dans les départements voisins.

Dans la Côte-d'Or, les grands mouvements du sol ont eu lieu après le dépôt du terrain crétacé et avant l'époque tertiaire. C'est en effet dans la plaine seulement que s'observent les terrains éocène, miocène et pliocène. Dans le Rhône, d'après MM. Falsan et Locard, « le soulèvement post-crétacé fut le dernier cataclysme violent de la contrée, » et le massif montagneux devait avoir approximativement sa configuration actuelle lorsqu'il formait un écueil au milieu des océans » tertiaires (1) ». Dans la Loire, dit M. Gruner, « le terrain tertiaire » constitue essentiellement le pays de plaine, grâce à l'horizontalité » de ses assises (2) ». Dans l'Allier, d'après la carte de M. Boulanger, le terrain tertiaire est disposé horizontalement dans la plaine. Dans la Nièvre, M. Ébray est d'avis que les grandes dislocations du sol se sont produites immédiatement après le dépôt du terrain crétacé.

En ce qui concerne l'Auxois, M. Collenot émet une opinion semblable : « Cette dénudation des plateaux, dit-il, n'a pu commencer » que vers la fin de la Craie, époque où les grandes failles se sont produites également, et en cela nous sommes d'accord avec M. Ébray(3). »

Les développements qui précèdent peuvent se résumer comme il suit :

1° *Les Argiles à silex ne renferment pas de calcaire et ne reposent*

(1) *Monographie géologique du Mont-d'Or lyonnais*, p. 27.
(2) *Description géologique et minéralogique du dép. de la Loire*, p. 625.
(3) *Description géologique de l'Auxois*, p. 513.

jamais sur la Craie blanche, formation qui fait défaut dans Saône-et-Loire.

2° *Il n'y a eu entre les terrains jurassiques et les Argiles à silex aucune dislocation importante du sol.*

3° *Les failles de la côte Châlonnaise sont postérieures aux Argiles à silex et antérieures aux terrains tertiaires.*

4° *Tous les sommets où s'observent aujourd'hui les Argiles à silex étaient par suite émergés au début de la période tertiaire.*

Ces premières bases étant bien établies, nous pouvons aborder maintenant les théories mises en avant pour expliquer le mode de formation des Argiles à silex.

Hypothèse de la dissolution du calcaire crayeux par suite de phénomènes sidérolithiques à l'époque éocène. Nous venons de constater qu'au moment où les eaux éocènes existaient dans nos régions, la plupart des points où s'observent aujourd'hui les Argiles à silex étaient émergés ; il faut donc laisser de côté toute action sous-marine.

Mais alors les difficultés surgissent de toute part. Comment admettre, en effet, que le terrain crétacé se soit déposé dans nos contrées avec son faciès normal, qu'il ait régné sans discontinuité sur de vastes étendues, qu'il ait même été puissant, puisque ses débris constituent encore aujourd'hui une formation fort importante (1), et que cette masse de Craie blanche ait disparu sans laisser de traces ?

Quel est l'agent qui aurait pu faire disparaître tout le calcaire crayeux d'une façon si complète que les argiles et les sables que nous observons sont complétement privés de carbonate de chaux ?

Enfin, et c'est là l'objection la plus grave, et même à mon avis elle est insurmontable, comment se fait-il que ces puissants phénomènes sidérolithiques, qui auraient produit sur la Craie de si grands effets, n'aient exercé d'action que sur le terrain crétacé ?

Les failles qui ont amené au jour ces substances éruptives traversent toute la série des terrains, depuis le granite jusqu'au Crétacé ; pourquoi alors y aurait-il eu dissolution du calcaire crétacé, sans qu'aucune action s'exerçât sur les calcaires ou roches des autres formations, puisque nulle part dans ces terrains on ne rencontre d'amas d'argiles ou de sables ?

Ce n'est donc pas à des phénomènes postérieurs au dépôt des formations crétacées qu'il faut attribuer l'origine de ce terrain, mais au contraire à des phénomènes contemporains.

Hypothèse glaciaire. Frappé de l'état de confusion que présentent

(1) Il résulte de renseignements recueillis à Jully, après la visite faite par la Société géologique, que des puits ont traversé 14 mètres d'argiles à silex sans rencontrer les terrains jurassiques sous-jacents.

les Argiles à silex, où les éléments sont mélangés pêle-mêle. M. Jules Martin les a considérées comme constituant dans le Châlonnais la moraine d'un vaste glacier. Ce glacier se serait étendu sur tout le Morvan, aurait démantelé le terrain crétacé, qui devait, d'après lui, recouvrir ce massif, et en aurait charrié les débris dans la vallée de la Saône. La craie aurait disparu dans le trajet par suite des frottements, et il ne serait resté que les silex, les sables et les argiles.

Cette hypothèse explique deux faits importants : l'absence de toute stratification et l'absence d'usure des silex. Mais elle me paraît en contradiction avec les faits observés dans le Châlonnais.

Elle suppose, en effet, que les Argiles à silex « ont été déversées « par les glaciers sous forme de buttes morainiques ou de traînées « au pied du Morvan (1) ». Il faudrait donc admettre que la contrée possédait son relief actuel avant la formation des argiles. Or cette hypothèse n'est pas confirmée par l'observation, car nous avons vu que ces argiles sont antérieures aux grandes dislocations de la région, et par suite au soulèvement des montagnes du Châlonnais.

En second lieu, on ne comprend pas dans cette hypothèse pourquoi les Argiles à silex reposent toujours sur les terrains jurassiques ou crétacés les plus récents. Il est évident qu'elles devraient reposer indifféremment sur n'importe quel terrain, comme cela a lieu pour les moraines de l'époque quaternaire.

Enfin comment se fait-il que ces glaciers n'aient charrié que des débris crétacés et n'aient emprunté aucune roche aux autres formations ?

Cette hypothèse des glaciers et celle de la destruction de la Craie blanche par des phénomènes sidérolithiques me paraissent donc tout à fait insuffisantes pour expliquer les faits observés dans notre département, et je me trouve ainsi conduit à attribuer aux Argiles à silex un mode de formation différent.

Il me semble difficile de ne pas admettre pour les argiles rubéfiées, si abondantes dans ce terrain, une origine éruptive ; peut-être même pour quelques sables peut-on supposer une semblable origine, bien que le fait ne puisse être général, car j'y ai rencontré parfois des grains de quartz très-usés et dénotant un charriage.

L'action de phénomènes analogues aux émissions sidérolithiques, si abondantes dans l'Éocène inférieur, me semble donc avoir joué un grand rôle dans la formation des Argiles à silex ; seulement, comme

(1) J. Martin, *Limon rouge et Limon gris. Observations sur divers produits d'origine glaciaire en Bourgogne*, p. 143.

j'ai montré plus haut que ces phénomènes ne pouvaient être postérieurs au dépôt des Argiles, je suis amené à les considérer comme *contemporains*. Je suis ainsi disposé à croire que, tandis que dans d'autres contrées la Craie blanche se déposait avec son faciès normal, il se produisait au contraire dans Saône-et-Loire d'importants phénomènes sidérolithiques, qui altéraient complétement la nature de la formation : le calcaire crayeux ne s'y déposait pas et était remplacé par d'abondantes argiles éruptives et des sables.

Mais en outre, il y avait, comme dans les autres régions, de puissantes sources siliceuses qui donnaient naissance aux silex pyromaques.

Cette hypothèse n'est d'ailleurs nullement en contradiction avec les faits observés en géologie ; il est parfaitement admis en effet, que telle couche qui présente sur un point le faciès oolithique, devient du calcaire compacte ailleurs, ou peut même être remplacée par une formation marneuse.

C'est aux environs de Fontaines que se serait produit le changement de faciès du dépôt crétacé. Tandis qu'au nord de Fontaines, dans la Côte-d'Or, on trouve le terrain crétacé normal, au sud, c'est-à-dire dans tout le département de Saône-et-Loire, on ne voit plus aucun vestige de Craie blanche. A Fontaines (Saint-Hilaire), on remarque, à côté d'amas importants d'Argiles à silex, quelques débris de Craie blanche. Ce serait donc là que serait venu se terminer le dépôt de la Craie blanche et que débuterait celui des Argiles à silex.

Cette théorie de la formation des Argiles à silex me paraît plus rationnelle et plus simple que celles qui ont été émises jusqu'à ce jour ; il me semble en effet plus facile d'admettre que le calcaire crayeux ne s'est pas déposé, que de faire intervenir des agents mystérieux pour expliquer sa disparition.

A la suite de ces communications, M. **de Lapparent** présente les observations suivantes :

L'argile à silex de la côte Châlonnaise, telle que la Société a pu l'étudier entre Buxy et Saint-Gengoux, ne présente absolument aucun des caractères qui appartiennent en propre aux dépôts glaciaires. Au lieu de former des accumulations au débouché des ravins, elle se poursuit d'une manière presque continue, au pied d'une côte fort peu découpée : on n'y observe ni boue glaciaire ni cailloux striés, et sa coloration d'un rouge intense est en désaccord formel avec la teinte uniformément grise des moraines glaciaires.

Les tertres situés en avant de la grande falaise Châlonnaise ne peuvent non plus être considérés comme des cônes de déjection. Leur dimension atteint celle des dépôts glaciaires observés au débouché des vallées importantes, et on peut affirmer que jamais les petits glaciers qui ont pu exister sur le Morvan n'ont dû avoir une amplitude suffisante pour donner naissance à des accumulations d'une telle hauteur. D'ailleurs il n'est nullement prouvé que ces tertres soient constitués, du haut en bas, par l'argile à silex. Cette argile les enveloppe comme d'un manteau; mais certainement on y retrouverait, en profondeur, les couches dérangées par la grande faille, et peut-être y observerait-on des couches crétacées ou autres, supérieures au Corallien, et conservées grâce à leur chûte, tandis que sur le bord élevé de la faille tout ce qui recouvrait le Bathonien ou le Bajocien a disparu.

En somme, ce qui doit frapper un observateur à la vue de l'argile rouge à silex aux environs de Buxy, c'est son *identité absolue*, de composition et d'allure, avec l'argile rouge à silex qui couvre uniformément les plateaux de la Haute-Normandie. Rien n'est plus remarquable que cette identité, qui s'étend jusqu'au sous-sol, puisque l'argile rouge de Buxy s'est faite aux dépens de la Craie blanche, dont ses silex contiennent les Oursins.

Or, je crois avoir établi, dans mes deux notes sur le Vermandois et sur l'argile à silex du Pays de Caux (1), que cette argile résulte d'une action chimique opérée sur place, aux dépens de la Craie sous-jacente, par des eaux acides qui ont fait disparaître les éléments non siliceux de la roche; que cette action s'est exercée avec son maximum d'intensité au voisinage des failles, et que son centre le plus actif paraît avoir été la région des plateaux de l'Eure, où MM. Potier et Douvillé ont signalé d'incontestables éruptions, en filons, de sables et d'argiles; enfin, que ces phénomènes chimiques semblent avoir continué pendant toute la période tertiaire, mais qu'ils ont eu leur principal développement après le dépôt des calcaires de la Beauce.

Il me paraît tout à fait inutile de recourir à une autre explication pour l'argile à silex de la côte Châlonnaise. Elle aussi est en relation avec une grande faille; elle a dissous tantôt le terrain jurassique, *dont elle contient les chailles*, tantôt le terrain crétacé inférieur, puisqu'elle renferme deux poches de sables albiens. Ce n'est donc qu'une des manières d'être multiples de ce grand dépôt chimique d'argiles à meulières ou d'argiles à silex qui joue un rôle si important dans le Nord

(1) *Note sur les gisements de sable et d'argile plastique du Vermandois et du Cambrésis, Bull.*, 3e sér., t. II, p. 134; 1874; — *Note sur la relation des failles et des gisements éocènes du Nord de la France avec l'Argile à silex, Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 348; 1876.

de la France, et, quelques modifications que la surface même de ce dépôt ait pu recevoir par suite des phénomènes quaternaires ou de l'action journalière de la pluie et de l'atmosphère, sa masse ne saurait être séparée de cette curieuse éruption tertiaire des plateaux de l'Eure, qui semble avoir été la contre-partie des éruptions trachytiques et basaltiques du Midi de la France.

MM. Arcelin et de Cossigny présentent ensuite les observations suivantes :

*Sur l'***Argile à silex** *de la* **côte Châlonnaise,**
par M. **Arcelin**.

L'étude que nous venons de faire aujourd'hui de l'Argile à silex, dans la côte Châlonnaise, a été malheureusement rapide et superficielle. Outre que nous n'avons eu l'occasion de voir l'argile à silex que sur des espaces assez restreints, aucune coupe importante n'est venue nous mettre à même de juger complétement de ses allures.

L'argile à silex est très-développée dans le département de Saône-et-Loire, et notamment dans le petit massif jurassique qui forme un quadrilatère compris entre Chagny, Cluny, Mâcon et Sennecey-le-Grand. Dans ce massif sa position est constante. Ainsi que vient de le dire M. Delafond, elle repose toujours sur le terrain jurassique le plus supérieur de la contrée : sur le calcaire à Ptérocères, quand il existe ; sur le Corallien, quand les couches supérieures ont été détruites. Je ne l'ai jamais observée en place plus bas que le Corallien ; mais souvent des remaniements l'ont dispersée loin de son gisement primitif, sur des terrains très-divers.

Je considère le terrain que la Société a examiné aujourd'hui sous le nom d'argile à silex, comme un remaniement d'une formation dont le prototype en place me paraît exister dans le Mâconnais. Là ces argiles sont exploitées comme sables réfractaires et comme kaolin, et on y trouve, notamment à Saint-Sorlin et à Chevagny, d'excellentes coupes de plus de 40 pieds de profondeur.

Voici comment elles se comportent :

A la base, sur le calcaire très-érodé, on observe souvent un premier dépôt de minerai de fer oxydé hydraté, qui, à Chevagny, atteint jusqu'à 1 mètre de puissance. Par dessus sont des sables siliceux, granitiques, quartzeux, plus ou moins mêlés d'argile kaolinique, qu'on trouve en amas très-purs sur certains points. Au milieu de ces sables et de ces argiles, on aperçoit soit des silex concrétionnés non roulés,

revêtus encore d'une croûte tendre de silice amorphe et pulvérulente, soit des silex pyromaques anguleux, empâtant des fossiles appartenant à tous les niveaux du terrain crétacé, enfin tout ce qui peut entrer dans la composition de sables granitiques : galets de quartz ou de feldspath, lamelles de mica, etc. Çà et là les sables et les argiles à silex ont été agglutinés sous la forme de grès et de conglomérats siliceux, qui se présentent, notamment à Chevagny et à La Grisière (Flacey-les-Mâcon), en masses compactes et assez étendues.

Par-dessus cette formation ou dans son voisinage, on observe un terrain qui n'en est, à mes yeux, qu'un remaniement postérieur, consistant en argiles bigarrées, formées d'un enchevêtrement de zones contournées, roses, brunes, blanches, jaunes ou grises ; en amas confus de matériaux détritiques, anguleux ou roulés, non stratifiés, silex pyromaques, blocs de grès ou de poudingues siliceux, disposés sans ordre ni triage.

Enfin le tout se termine généralement par une couche stratifiée, formée des mêmes éléments, recouverte assez souvent elle-même d'un dépôt plus ou moins épais d'argile jaune, ferrugineuse, parsemée de grains pisiformes d'oxyde de fer.

Je suis fort disposé à attribuer, avec M. de Lapparent, le terrain que je viens de décrire, à des actions chimiques qui ont détruit les assises de la Craie et rendu libres, sous la forme de chailles, les éléments siliceux qu'elles renfermaient. A ces phénomènes chimiques ont dû correspondre des émissions de sables granitiques, d'argiles kaoliniques et de matières siliceuses. Ces dernières se sont précipitées sous forme de concrétions isolées, ou ont servi à agglutiner les grès et les poudingues dont j'ai parlé.

Il reste à déterminer l'âge de cette formation.

Les coupes du Châlonnais données par M. Delafond, d'autres coupes que j'ai relevées dans le Mâconnais et que j'ai fait passer aujourd'hui, chemin faisant, sous les yeux de nos collègues, montrent que les argiles à silex, en Mâconnais comme en Châlonnais, ont été affectées par les failles qui ont donné au pays son relief actuel. C'est du moins ce qui semble résulter de leur position constante sur le terrain jurassique le plus supérieur, partout où il se montre. Elles ne passent jamais sur d'autres terrains, à moins de charriages relativement récents.

Donc, déterminer l'âge de nos argiles à silex revient à déterminer l'âge des failles. L'étude des terrains stratifiés qui occupent le fond de la vallée de la Saône nous donne la solution de cette question.

En effet la vallée de la Saône est naturellement postérieure aux failles qui l'ont engendrée ; de plus, je n'y connais rien de plus ancien que les calcaires lacustres à *Limnæa longiscata* et à *Planorbis*

planulatus signalés sur divers points de son parcours par MM. Tournouër, Ébray et Falsan. C'est-à-dire que la formation de la vallée de la Saône et la dislocation du pays par les failles sont antérieures à l'époque éocène moyenne.

Or l'argile à silex renferme des fossiles appartenant à tous les horizons de la Craie; elle est donc postérieure à l'époque crétacée; mais elle est antérieure aux failles, c'est-à-dire à l'Éocène moyen. C'est donc dans l'Éocène inférieur qu'il faut la classer.

Je ne signalerai que pour mémoire un conglomérat calcaire que la Société a observé ce matin en arrivant à Buxy. C'est à mes yeux une formation contemporaine de l'argile à silex et due vraisemblablement aux mêmes causes. Il couvre dans le Mâconnais des surfaces assez étendues, partout où l'argile à silex n'existe pas, et occupe la même position stratigraphique.

En résumé, l'argile à silex, en Mâconnais comme en Châlonnais, est le résultat de la destruction du terrain crétacé, laquelle a coïncidé avec des émissions de sables granitiques, d'argiles kaoliniques et de matières siliceuses.

Ces phénomènes se sont produits au commencement de l'époque éocène.

Le terrain a subi ensuite, pendant toute la durée des époques tertiaire et quaternaire, des remaniements qu'il importe de ne pas confondre avec le terrain en place, non remanié.

*Sur l'*Argile à silex *et les* phénomènes glaciaires, par M. de Cossigny.

Argiles à silex. — M. de Lapparent mentionnait tout à l'heure certains conglomérats de silex que l'on rencontre en Normandie à la partie supérieure de la Craie. J'ai vu quelques-uns de ces conglomérats que j'assimile géologiquement aux argiles à silex les plus anciennes (1); ils reposent, en bancs sensiblement horizontaux, sur les parties restantes de la Craie blanche dénudée, et sont recouverts par des terrains tertiaires ou quaternaires. D'autre part, j'ai signalé en Berry un gisement dans lequel un amas considérable de silex de la Craie, entiers ou anguleux, mais non roulés, et cimentés par une matière argileuse presque blanche, paraissent former un banc régulier reposant, ici encore, sur les parties de la Craie cénomanienne qui ont résisté aux dénudations; ce gisement est surmonté par d'autres dépôts

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. IV, p. 215.

plus récents (1). Les deux formations que je viens de citer ne subsistent plus actuellement que sur des points élevés des contrées respectives où elles se trouvent, et à une très-petite distance de la surface supérieure des plateaux; elles sont évidemment antérieures au creusement des vallées. En Berry des terrains lacustres se sont déposés au fond des vallées avant la fin de la période éocène; on peut en conclure que l'argile à silex, dans cette partie de la France, ne peut appartenir qu'aux premiers temps de cette période.

M. de Lapparent vient de dire que les dépôts d'argile à silex, lorsqu'ils couronnent une éminence, constituent, non pas une couche régulière occupant un niveau déterminé, mais bien une sorte de calotte superficielle qui descend plus ou moins sur les flancs des collines, en épousant leurs formes. Je nie formellement que cette disposition soit celle de tous les dépôts d'argile à silex; ainsi le banc que je viens de citer en Berry n'est pas dans ce cas. Cependant, j'en conviens, même dans ce dernier pays, la méprise est facile; c'est qu'indépendamment de nombreux éboulements qui ont eu lieu sur les pentes des coteaux, il y a un terrain particulier, rempli de silex, qui enveloppe les collines à la manière d'une calotte ou d'un manteau. Mais ce dernier terrain se distingue, de la façon la plus nette, du banc d'argile à silex éocène qu'il recouvre entièrement.

On pressent déjà, d'après ce qui précède, qu'il existe plusieurs argiles, ou, pour parler plus exactement, plusieurs terrains à silex; il y en a en effet une assez grande variété. Tantôt les silex ont conservé leurs arêtes et leurs surfaces dans un état parfait d'intégrité et de fraîcheur; tantôt, au contraire, ils sont plus ou moins altérés et roulés. Les matières qui servent de ciment ou de *gangue* aux silex sont aussi très-diverses; les argiles rouges ferrugineuses me paraissent caractériser les dépôts les plus récents. Enfin les gisements ne diffèrent pas moins par leur disposition que par la nature de leurs matériaux; c'est ainsi que les poches profondes que M. de Lapparent signalait tout à l'heure dans la Craie de Normandie se rencontrent à peu de distance des conglomérats de silex en bancs réguliers; il est pourtant évident que ces deux dépôts n'ont rien de commun.

Pour résumer l'impression qui résulte pour moi de l'ensemble de ce que j'ai vu jusqu'à ce jour, je dirai qu'après le dépôt de la Craie et avant celui des terrains tertiaires il y a eu une grande ablation des parties supérieures du terrain crétacé. Quel qu'ait été d'ailleurs l'agent naturel qui a produit cet effet, les parties tendres ont seules disparu; quant aux silex, ils sont restés, formant un vaste dépôt qui a recouvert

(1) *Op. cit.*, p. 215 et 252.

une partie du bassin de Paris, et plus particulièrement la zone méridionale; ce dépôt, dont il n'y a plus aujourd'hui que de rares lambeaux, aurait constitué le premier terme de la série tertiaire. Puis, à différentes reprises pendant la période tertiaire, des remaniements et des phénomènes divers ont eu lieu et ont produit des dépôts très-variés, bien que contenant tous des silex. Relativement à quelques-uns de ces dépôts, je suis complétement d'accord avec M. de Lapparent; seulement il me paraît probable que, dans le plus grand nombre des cas, les silex ont été empruntés, non directement à la Craie, mais au dépôt éocène primitif, qui présentait des amas considérables de ces silex déjà dégagés de la Craie.

Pour en revenir aux argiles à silex de Saône-et-Loire, que nous avons vues dans nos dernières courses, elles ne m'ont pas paru présenter d'une manière bien nette les caractères typiques de l'argile à silex éocène. Pourtant les silex ne sont pas roulés : ils ne peuvent avoir subi, pendant les remaniements du sol, un déplacement considérable. Si ce n'est pas l'argile à silex primitive que nous avons foulée aux pieds, celle-ci a dû exister dans la contrée, et il doit même en rester des portions encore intactes, que quelques circonstances mettront un jour ou l'autre en évidence.

Phénomènes glaciaires. — Relativement à l'origine glaciaire des argiles à silex les plus anciennes, je ne répéterai pas ce que j'ai dit à ce sujet dans une récente communication (1). J'ai jeté au vent des idées et des hypothèses, mais, je l'avoue, il y a dans ma pensée encore plus de points d'interrogation que je n'en ai mis sur mon manuscrit.

Je passe à une autre question. En présence de quelques-unes des collines que nous avons parcourues, on nous a soumis cette idée que ces collines pouvaient bien être d'anciennes moraines. La question étant réduite à ces simples termes, je partage l'avis de la majorité de la Société et je dis : non, il n'y a rien dans ce que nous avons vu qui présente les caractères morainiques. Mais je demande la permission d'envisager les choses d'un point de vue plus élevé et de présenter quelques considérations générales.

On sait que des restes de moraines et des blocs bien évidemment striés ont été découverts en Auvergne par un de nos confrères, M. Julien; d'autre part, M. Collenot nous affirmait aujourd'hui qu'il existe dans le Morvan, sur les versants opposés à ceux que nous venons de parcourir, des blocs de granite polis et striés sur une de leurs faces, comme on peut en voir en Suisse. D'autres faits analogues ont été, si je ne me trompe, signalés sur quelques autres points. Or, il faut ou

(1) *Op. cit.*, p. 249.

nier ces divers faits et les rejeter en masse, ce qui me paraît bien difficile; ou admettre une ou plusieurs grandes époques glaciaires pendant lesquelles les glaciers se sont étendus bien au-delà des régions occupées par de hautes montagnes, telles que les Alpes. Or, si des glaciers ont recouvert le Plateau central de la France, le Morvan et des contrées analogues, ils ont dû y laisser des résultats de leur passage et ces effets ne peuvent avoir été restreints aux quelques points isolés où de légères traces ont été constatées jusqu'ici. Soit que ces traces aient échappé jusqu'à ce jour à notre attention, soit qu'elles aient été plus ou moins effacées ou masquées par des phénomènes ultérieurs, il n'en est pas moins vrai que les glaces ont dû contribuer à imprimer au sol une partie de sa physionomie actuelle, et qu'il y a lieu de rechercher quelles sont les circonstances plus particulièrement dues à leur action.

Je ferai encore remarquer que les phénomènes glaciaires, dans les régions faiblement accidentées, ne pouvaient pas être absolument identiques avec ceux que nous pouvons contempler dans les Alpes. Ici point de ces longues pentes abruptes sur lesquelles les glaciers acquièrent un mouvement de descente relativement rapide; point de ces hautes aiguilles d'où se détachent incessamment des fragments et qui alimentent pour ainsi dire les moraines; presque point de ces vallées encaissées entre des roches dures, qui contribuent si puissamment au striage des matières charriées; nous nous trouvons souvent, au contraire, en présence de pentes relativement douces, de terrains meubles ou peu résistants. Ce qui devait se passer dans ces conditions, nous ne le savons pas exactement. Une autre difficulté résulte de cette circonstance qu'il serait bien possible, ainsi que diverses observations tendent à le faire croire, que la plus grande extension des glaciers aient correspondu, non pas à la dernière époque, l'époque quaternaire, dont les traces sont encore fraîches, mais à une époque plus ancienne, depuis laquelle bien d'autres cataclysmes sont venus modifier la surface terrestre.

En définitive, les efforts des géologues qui cherchent à expliquer par l'hypothèse des glaciers une partie des faits attribués jusqu'à ce jour aux actions diluviennes, sont la conséquence d'un enchaînement d'idées des plus logiques. Ces efforts conduiront probablement un jour à une explication rationelle de quelques-uns de ces phénomènes, qui présentent parfois des circonstances assez étranges et que l'on se passe d'approfondir, en se payant de termes assez vagues, tels que ceux d'*ablation, dénudation, phénomènes de transport*. Aussi, quels que puissent être les premiers résultats, même négatifs, des études auxquelles je viens de faire allusion, la Société géologique ne saurait condamner *à*

priori ces sortes de recherches, comme s'il s'agissait de la quadrature du cercle ou du mouvement perpétuel.

Séance du 28 *août* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JUTIER.

La séance est ouverte à 8 heures du soir, à Autun, dans une des salles de l'Hôtel de ville.

M. Didelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

M. Arcelin ne pouvant plus prendre part aux travaux de la session, la Société, sur la proposition du Président, désigne, par acclamation, M. Collot pour le remplacer dans ses fonctions de *secrétaire*.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Monvenoux (Frédéric), Étudiant en médecine, rue Grenette, 25, à Lyon (Rhône), présenté par MM. Delafond et Fontannes.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. Jean **Vilanova** rappelle le **rôle** important que la **Silice** a joué dans la formation d'un grand nombre de **roches**, dans le métamorphisme de beaucoup d'autres et dans la fossilisation des divers êtres, végétaux ou animaux. La théorie de l'origine plutonienne de la silice est impuissante à rendre compte de ces divers phénomènes qui s'observent fréquemment dans les couches sédimentaires. L'étude géologique des contrées où domine l'action geysérienne, soit en Europe, soit dans l'Amérique du Nord ou dans la Nouvelle-Zélande, est venue éclaircir cette difficile question. C'est ainsi qu'en trouvant la silice dissoute dans les eaux des geysers et de nombreuses sources thermales, sans l'intervention de températures élevées et de pressions trop considérables, il devient plus facile d'expliquer l'infiltration de cette substance à travers les diverses roches, et sa substitution, parfois totale, à la matière constituante des animaux et surtout des végétaux.

M. Vilanova rappelle ensuite les remarquables travaux d'Élie de Beaumont, de MM. Daubrée, Delesse et Lecoq, qui ont jeté les fondements de la théorie de l'hydrothermalisation, et l'ont fait accepter par presque tous les géologues.

Il signale à l'appui de ces idées un fait nouveau, dont il doit la connaissance à l'un de ses compatriotes, M. Barrial Posada, résidant à

défaut jusqu'à présent; une fois seulement, tout à fait dans le haut du dépôt, un éclat de silex a été rencontré ; mais le travail humain ne s'y manifestait pas d'une manière incontestable.

Après ce court exposé présenté par M. Hamy, les membres de la Société ont pénétré successivement, par petits groupes, dans la cavité, largement éclairée pour la circonstance. Ils ont d'abord visité le couloir qui continue celui qui avait été attaqué par les précédents explorateurs. Ce couloir, comblé en entier par le dépôt, aboutissait, en s'enfonçant vers le nord-est, à une chambre irrégulière, dans laquelle la couche ossifère n'atteignait pas tout à fait la voûte. C'est cette chambre qui a été vidée à l'occasion de la visite de la Société et qui a fourni en si grande abondance les restes de Chevaux et de Loups. M. Hamy a montré, sous un énorme bloc tombé de la voûte pendant le dépôt des ossements, l'emplacement où ont été trouvés les quelques restes de *Felis spelæa* examinés le matin par la Société.

L'extrémité de cette chambre avait été mise en communication avec une galerie d'exploitation des sables; ce qui a permis aux membres de la réunion d'étudier les rapports de la couche ossifère avec les terrains entre lesquels elle s'est déposée, et de regagner par une autre voie la surface du sol.

La Société a ensuite examiné la grotte *Saint-Jean*, ou *grotte aux Ours*, dont malheureusement le niveau ossifère est presque complétement épuisé. Puis M. de Longuy lui a montré un vaste cimetière antique, supposé de l'âge du Fer et situé dans la *Chaume-du-dessus*.

A midi, un banquet offert par M. Jules Chagot, Gérant des Mines de Blanzy, et présidé par M. Léonce Chagot, a réuni les membres de la Société sous une tente dressée au sommet de la montagne. M. Pellat, en remerciant MM. Chagot de leur brillante réception, a dit combien la Société géologique regrettait que le manque de temps l'empêchât d'aller admirer les belles installations créées aux Mines de Blanzy et les richesses minérales si considérables de cette formation houillère.

A la suite du repas, M. Gaudry a fait la communication suivante :

Les **animaux quaternaires** *de la montagne de* **Santenay**, par M. Albert **Gaudry**.

Grâce aux recherches de MM. de Longuy, Loydreau, Jules Martin et Hamy, la montagne de Santenay a fourni un grand nombre de débris d'animaux quaternaires. La Société géologique a pu s'en rendre compte

en visitant le Musée de Châlon et la collection de M. Loydreau, et en considérant la multitude des os que MM. Hamy et de Longuy viennent de mettre à jour dans les fouilles qu'ils poursuivent actuellement. M. Hamy a donné au Muséum de Paris une importante collection des fossiles de Santenay; j'espère présenter plus tard une description des principales pièces découvertes par cet habile naturaliste. Je me contente d'en donner aujourd'hui un rapide aperçu.

La montagne de Santenay renferme trois gisements de fossiles quaternaires : la brèche de la Pointe-du-Bois, la grotte Saint-Jean et la grotte Saint-Aubin.

La brèche de la Pointe-du-Bois a été l'objet des recherches les plus actives. La formation de cette brèche et le transport des os très-nombreux qui y sont encastrés paraissent avoir été effectués uniquement par des eaux se précipitant dans une crevasse. Aucune trace humaine n'a encore été découverte. Les ossements sont engagés dans une cavité d'un accès trop difficile pour qu'on puisse attribuer leur rassemblement soit à l'Homme, soit même à des animaux; ils sont très-brisés, mais leurs cassures ne ressemblent point à celles qui ont été produites par les Hommes pour retirer la moelle, et leurs épiphyses n'ont pas été rongées par des Carnivores, bien qu'on trouve parmi eux les débris d'un grand nombre de Loups. Les animaux dont j'ai vu les débris sont les suivants :

Felis leo (race *spelæa*).
— *lynx*.
Canis lupus. Cette espèce est très-abondante.
— *vulpes*.
Ursus intermédiaire entre l'*U. spelæus* et l'*U. ferox* (à en juger par les pièces de la collection de M. Loydreau). Malgré toutes leurs recherches, MM. Hamy et de Longuy n'ont jamais découvert de débris d'Ours dans la brèche de la Pointe-du-Bois; tous ceux qu'ils ont trouvés viennent de la grotte Saint-Jean.
Meles taxus.
Lepus timidus.
Rhinoceros Merckii. Je n'ai aperçu aucune trace du *R. tichorhinus*.
Sus scropha, rare.
Equus caballus, grand et fort, comme dans la race du Puy-en-Velay qu'on appelle quelquefois *E. robustus*. Les molaires sont usées d'une manière singulièrement oblique; elles indiquent en général de vieux individus.
Bovidé de la taille du *Bos taurus* (race ordinaire et race *primigenia*). — Je n'ai pas la possibilité de savoir si les Bovidés de Santenay sont des Bœufs ou des Bisons.
Cervus elaphus (race ordinaire et race *canadensis*).

La grotte Saint-Jean se trouve dans des conditions tout autres que le gisement de la Pointe-du-Bois; car, au lieu de présenter des crevasses en partie verticales et inhabitables, elle forme une galerie

horizontale qui paraît avoir été un repaire d'Ours; cependant je ne vois pas de raisons qui empêchent d'admettre la contemporanéité des deux gisements. A en juger par les produits des fouilles de M. Hamy, les espèces sont les mêmes; ce sont :

Felis leo (race *spelæa*).
Canis lupus.
— *vulpes.*
Ursus qui a plusieurs des caractères de l'*U. ferox.*
Equus caballus.
Cervus elaphus (race *canadensis*).
Bovidé de la taille du *Bos taurus.*

La grotte Saint-Aubin est située sur le versant septentrional de la montagne de Santenay, par conséquent du côté opposé aux gisements précédents; son remplissage pourrait être d'un autre âge. Elle renferme des débris de grands Ours, de Cheval, d'Éléphant, de Rhinocéros et de Bœuf. M. Loydreau possède d'énormes bois de *Cervus megaceros* trouvés du côté de la grotte Saint-Aubin, mais dans des couches de sables situées en dehors de la grotte.

Lorsqu'on voit le grand nombre d'ossements qui ont été tirés du haut de la montagne de Santenay, et que l'absence de tout indice humain démontre l'impossibilité d'attribuer leur apport à la main de l'Homme, on ne peut s'empêcher d'éprouver quelque étonnement d'un pareil rassemblement. Pourquoi tant de Loups, d'Ours, de Chevaux et de Bœufs ont-ils gravi une montagne isolée de tous côtés? D'où sont venues des eaux assez abondantes pour apporter les ossements et déposer le carbonate de chaux qui forme aujourd'hui la brèche ossifère de la Pointe-du-Bois? Il faut supposer beaucoup de pluie, ou plus probablement beaucoup de neige, pour expliquer l'affluence des eaux sur un monticule isolé. Peut-être les dépôts de Santenay se sont-ils effectués à l'époque où les glaciers des Alpes s'avançaient jusqu'à Lyon et formaient un barrage qui, selon les judicieuses remarques de M. Lory, a dû modifier les conditions de la contrée où coule la Saône.

Dans l'état si imparfait de nos connaissances, il est difficile d'établir la chronologie des temps quaternaires. Je ferai néanmoins observer qu'il y a, en apparence, un contraste entre la faune de Santenay et celle de gisements qui en sont peu éloignés, tels que Solutré ou la grotte de Germolles, dont nous devons la connaissance aux savantes recherches de MM. Charles Méray et Chabas. La liste des fossiles trouvés au sommet de la montagne de Santenay est assez différente de celles qu'on a dressées pour la plupart des gisements quaternaires : aucun vestige humain, aucun reste de Renne n'a été signalé; à la place des débris d'Hyènes, on voit d'abondants débris de Loups :

l'Ours paraît être un intermédiaire entre l'*U. spelæus* et l'*U. ferox;* au lieu du *Rhinoceros tichorhinus,* on rencontre le *R. Merckii;* il y a un grand Cerf très-grêle, qui rappelle le *C. elatus* du Puy-en-Velay; les Chevaux énormes se rapprochent de l'*E. robustus* du Puy et s'écartent de la petite race de Solutré. Les gisements du sommet de Santenay seraient-ils, comme je l'ai déjà supposé pour Sainte-Suzanne (Mayenne), des représentants de la grande époque glaciaire du Boulder-clay?

Dans le voisinage de Santenay, il y a des témoins de formations diluviennes qui remontent à des temps encore plus anciens; car M. Loydreau nous a fait voir à Chagny, contre la gare du chemin de fer, des sables qu'on prendrait dans nos environs de Paris pour du Diluvium, et qui cependant appartiennent au Pliocène (âge de Perrier et du crag du Norfolk). En 1867, on y a découvert de très-belles molaires de *Mastodon Borsoni,* de *M. Arvernensis (dissimilis),* une défense presque droite, de 2 mètres 30 de long, qui peut provenir du *M. Arvernensis,* des molaires d'*Equus Stenonis.* Avec M. Tournouër et plusieurs autres membres de la Société géologique, j'ai examiné ces pièces dans la collection de M. Loydreau (1). Ce savant naturaliste nous a montré aussi des dents d'*Elephas meridionalis* et une molaire à lames serrées comme celles de l'*E. primigenius,* qui ont été recueillies en 1846, contre la gare de Chagny, dans un dépôt de transport identique en apparence avec celui où on a trouvé les Mastodontes; les deux gisements ne sont guère éloignés que d'une centaine de mètres.

Après la communication de M. Albert Gaudry, les membres de la Société sont descendus de la montagne de Santenay; une partie d'entre eux s'est rendue chez M. le docteur Loydreau, à Chagny, pour visiter sa belle collection d'ossements tertiaires et quaternaires. Les autres ont, sous la conduite de M. Pellat, étudié les carrières du Sinémurien de Borgy et examiné la Grande Oolithe, l'Oolithe inférieure et les marnes du Lias supérieur.

La Société est rentrée à 7 heures du soir à Châlon, où l'attendait un somptueux banquet offert par la Ville.

M. Pellat, Président annuel, a, dans un toast, remercié la ville de Châlon d'une hospitalité dont tous les membres de la session garderont le souvenir.

(1) En 1860, on a découvert à Cheilly des dents de Mastodontes, de Tapirs et d'Hyènes, que j'ai vues chez M. Loydreau. M. Tournouër a publié dans le *Bulletin de la Société géologique* une note où il a fait observer que les alluvions pliocènes de Chagny et de Cheilly sont assez élevées au-dessus des points où coule actuellement la Saône.

M. Lory présente les observations suivantes :

Sur les **causes** *probables de l'***accumulation** *des* **ossements** *dans la brèche de* **Santenay,**

par M. Ch. **Lory.**

Après le tableau si intéressant qu'il nous a présenté de la faune dont les ossements ont été trouvés dans la brèche de la Pointe-du-Bois, notre éminent confrère M. Gaudry a appelé l'attention de la Société sur l'âge probable de cette faune, et sur les causes qui avaient pu déterminer une si prodigieuse accumulation d'ossements dans cette fente étroite, s'ouvrant sur le plateau supérieur d'une montagne isolée. Notre savant confrère a exprimé, comme opinion probable, la pensée que cette faune pouvait être rapportée à la grande époque glaciaire, et il a rappelé les remarques que j'avais émises, sur place, touchant l'influence que les phénomènes glaciaires du bassin du Rhône avaient pu avoir pour déterminer, à un moment donné, la concentration d'une grande affluence d'animaux sur le plateau culminant de Santenay.

Nous savons, en effet, qu'à l'époque de leur plus grand développement, les glaciers de la Savoie se sont étendus en une vaste nappe sur le Midi de la Bresse, jusqu'auprès de Bourg, et qu'ils venaient s'appuyer sur les coteaux de Lyon, à une altitude d'environ 400 mètres. En s'avançant jusque-là et s'élevant jusqu'à ce niveau, ils formèrent un barrage en amont duquel la Bresse dut être envahie par des inondations de plus en plus étendues, et finalement devenir un vaste lac d'où n'émergeaient plus que les collines élevées, telles que celle de Santenay. Par suite de ces inondations du pays, qui furent, pendant longtemps, sans doute, intermittentes et progressives, les animaux les plus variés se trouvaient également contraints de fuir la plaine et de se réfugier, en très-grand nombre, sur les hauteurs. Le plateau de Santenay dut ainsi, et probablement à bien des reprises, leur servir d'asile, sans pouvoir leur offrir les conditions d'une alimentation suffisante. En raison du climat glaciaire et de l'époque des inondations, qui se produisaient, probablement, surtout à l'automne ou au printemps, ils y étaient bientôt surpris par d'abondantes chûtes de neige. La crevasse de la Pointe-du-Bois, alors béante, constituait, en quelque sorte, un excellent piége : c'était un gouffre dans lequel les animaux tombaient, soit pendant la nuit, soit, surtout, lorsqu'une couche de neige en dissimulait le danger. D'ailleurs, de diverses parties du plateau, les eaux résultant de la fonte des neiges entraînaient ensuite

dans cette fente les débris de cadavres épars, et en même temps elles apportaient, en solution, des sels calcaires résultant de la corrosion des roches du plateau : ces sels étaient précipités par le carbonate d'ammoniaque résultant de la décomposition des matières animales; et ainsi devait s'accroître rapidement cette accumulation si remarquable d'ossements, avec le ciment de calcaire concrétionné qui les enveloppe.

C'est ainsi que l'on peut, ce me semble, apercevoir une liaison toute naturelle entre l'accumulation des animaux dans la brèche de Santenay, le climat de la période glaciaire, et l'extension des glaciers sur le Midi de la Bresse, sans être conduit par là à admettre, sur les collines châlonnaises, l'existence de glaciers qui auraient été peu favorables au développement d'une faune abondante et variée : la supposition de l'existence de ces glaciers locaux apporterait, d'ailleurs, une difficulté de plus à l'explication de l'entassement des animaux dans la fente de la Pointe-du-Bois.

M. Lory ajoute que, d'après lui, aucun glacier n'a pu exister à Santenay. Il n'y a eu de glaciers que dans les pays où il y avait des neiges perpétuelles pour les alimenter, et l'ensemble des faits à lui connus le porte à croire que la limite inférieure des neiges perpétuelles, pendant la phase la plus intense de la période glaciaire, ne descendait guère au-dessous de 1 500 mètres dans le Dauphiné et la Savoie, de 1 400 ou 1 300 dans le Jura; elle était, sans doute, un peu plus basse dans les Vosges ; mais il lui paraît y avoir une différence d'altitude trop considérable pour pouvoir admettre des neiges perpétuelles sur la colline de Santenay, ou même sur le Morvan, et les preuves alléguées jusqu'ici ne lui semblent pas suffisamment concluantes.

En réponse à cette observation de M. Lory, **M. Collenot** cite les blocs d'Époisses, dans l'Auxois, qui sont évidemment les restes d'une moraine (1), et qui se trouvent à l'altitude de 250 mètres environ. Ces blocs appartiennent à des roches cristallines (gneiss et granulites) et reposent sur le calcaire à Gryphées fortement usé à la surface. Ils sont, ou plutôt ils étaient avant une destruction partielle et récente, au nombre de six ; mais les restes anguleux qui les entourent démontrent qu'ils ont été plus nombreux autrefois et qu'on en a brisé une partie.

Ils sont alignés et viennent du Morvan. Le point le plus rapproché où des roches pareilles existent en place est à environ huit kilomètres en amont. La différence de nature des divers blocs prouve qu'ils ne

(1) V. *Bull.*, 2e sér., t. XXVI, p. 173; 1868.

sont pas tous de même provenance. On remarque parmi eux un énorme bloc de granulite, protégé à son pied contre les agents atmosphériques par sa position inclinée. Ses angles ne sont nullement émoussés, et, du côté qui regarde le sol, il est presque plan et poli sur une longueur de 2m90 et une largeur de 1m10. La partie polie donne au toucher la sensation d'une surface savonnée. De plus elle est sillonnée de stries longitudinales et parallèles, semblables à celles que laisserait sur de la cire un couteau fortement ébréché, tenu verticalement et glissant à sa surface. Si ce poli ne résulte pas du frottement d'une moraine profonde, il a dû être produit avant le transport de cette pierre, qui aurait pu d'abord faire partie de la paroi d'un glacier.

Il est à noter que les blocs sont alignés sur le bord oriental d'une dépression peu profonde et à sec, et non dans la dépression elle-même, à la manière d'une moraine latérale.

D'après M. Collenot, les traînées d'argile d'origine crétacée et les chailles qui s'étendent sur les plateaux jurassiques appartiennent à la période de grande extension des glaciers, qu'il estime tertiaire, et les blocs d'Époisses sont de la fin du régime glaciaire, c'est-à-dire quaternaires.

C'est à cette même période quaternaire qu'il faut rattacher les blocs granitiques de Pont-Aubert (Yonne) (1), ceux que la Société doit visiter à droite de la route de Couches au Creusot, un peu au-delà du hameau de La Rouèle (2), et peut-être les énormes débris granitiques qu'on remarque dans la tranchée du chemin de fer d'Autun à Étang.

M. Collenot ajoute que cette basse altitude des glaciers a encore été constatée par M. Benoît, qui a cité des blocs erratiques à 200 et 280 mètres sous le château de Saint-Sorlin, près de Lagnieu, à 257 mètres à la colline du Seillon, près de Bourg, à 222 mètres dans le cirque de Belley, etc. (3), et par M. Tardy, qui fixe l'altitude de certains dépôts erratiques du Plateau central à 265 mètres et même à 200 mètres seulement (4).

(1) J. Martin, *Les Glaciers du Morvan, Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXVII, p. 235.

(2) J. Martin, *Limon rouge et limon gris*, p. 75.

La Société n'a pu visiter la localité de La Rouèle, située près de Drevin; elle aurait trouvé sur une pente un amas de blocs granitiques et gneissiques de provenances diverses, entremêlés de galets et de sables granitiques. Les travaux de la route ont entamé cette sorte de conglomérat à petits et à très-gros éléments devenus presque friables par l'action du temps. La position et la nature de ce dépôt ne peut s'expliquer que par un échouage morainique.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XX. p. 321.

(4) *Bull.*, 2e sér., t. XXVII, p. 568.

M. Lory fait observer qu'il n'a point voulu parler d'une limite inférieure d'altitude de l'extension des glaciers quaternaires, mais bien d'une limite inférieure de leurs points de départ, c'est-à-dire des névés nécessaires à leur alimentation. Lui-même a signalé dès 1851 (1), sur la route de Crémieu à La Balme (Isère), à 200 ou 210 mètres d'altitude, un des plus beaux ensembles de phénomènes glaciaires que l'on puisse étudier dans le bassin du Rhône. Les glaciers des Alpes, partant de points très-élevés et alimentés par d'immenses étendues de neiges perpétuelles, descendaient aussi, par là même, très-bas.

Quant aux faits signalés dans le Morvan comme phénomènes glaciaires, M. Lory persiste à penser qu'ils ne constituent pas un ensemble suffisant de preuves, et qu'ils peuvent s'expliquer autrement, soit par des transports torrentiels, soit aussi, peut-être, par des charriages de glaçons flottants à l'époque où les parties basses du pays devaient être généralement inondées.

M. Beaudouin fait la communication suivante :

Note sur le **gisement ossifère** *de* **Santenay,**
par **M. J. Beaudouin.**

L'intéressante excursion de Santenay m'a fourni l'occasion de faire sur les gisements ossifères du plateau quelques observations que je demande à la Société la permission de lui soumettre.

Ces observations portent sur l'âge du terrain dans lequel se trouvent les cavités, et sur quelques détails qui établissent sous plusieurs rapports une identité complète entre Santenay et une autre localité de la Côte-d'Or assez éloignée.

La partie principale du massif qui constitue la colline de Santenay est comprise, d'après les divisions généralement admises en Bourgogne, entre les marnes du Fuller's-earth et le terrain kelloway-oxfordien. En effet, en montant sur le plateau, j'ai rencontré successivement l'*Ostrea acuminata,* Sow., la *Pholadomya Murchisoni,* Sow., la *Terebratula emarginata,* Sow., l'*Hemithyris spinosa,* d'Orb., l'*Ammonites Parkinsoni,* Sow. ; puis, l'*A. arbustigerus,* d'Orb., et la *Rhynchonella obsoleta,* Sow.; enfin, tout au sommet, dans les couches mêmes où se trouvent les cavités ossifères, j'ai observé les fossiles suivants : *Terebratula cardium,* Sow., *T. digona,* Sow., *T. intermedia,* Sow., *Lima rigidula,*

(1) *Bull.*, 2e sér., t. IX. p. 50.

d'Orb., *Hemicidaris Lamarcki*, Ag., *Isastræa limitata*, M.-Edw. et H.

En outre de ces espèces, une Nérinée et un deuxième Échinide, trouvés par l'un de nos confrères, mais trop mal conservés pour permettre une détermination spécifique rigoureuse, m'ont paru également appartenir à des types bien connus pour être ordinairement associés aux fossiles ci-dessus.

Ces espèces caractérisent dans toute la Bourgogne la partie supérieure du groupe du *Great-oolite;* mais elles ne se présentent pas dans toutes les localités avec les mêmes conditions d'association et de types: tantôt quelques-unes manquent et sont remplacées par d'autres; tantôt les unes ou les autres montrent dans leur forme et dans leur taille des modifications insuffisantes pour en faire des espèces différentes, mais bien suffisantes pour en faire de véritables variétés. Je note, en passant, cette particularité sur laquelle je reviendrai. Quoi qu'il en soit, c'est bien à cette partie du massif oolithique qui, pour quelques auteurs, est l'équivalent du Cornbrash, qu'appartiennent les couches renfermant les cavités ossifères (1).

Tout en reconnaissant sur le plateau de Santenay ce terrain, que j'avais étudié sur un grand nombre de points de la Côte-d'Or, je fus particulièrement frappé de l'identité complète qui existe sous différents rapports entre le gisement que j'avais sous les yeux et un autre assez éloigné; je veux parler de Bâlot, localité sur la géologie de laquelle j'ai publié une notice il y a un certain nombre d'années (2).

A Santenay, comme à Bâlot, les fossiles sont les mêmes, leur association est la même, et leurs types, avec tous ces détails de forme et de taille dont je parlais tout à l'heure, sont aussi exactement les mêmes.

A Santenay, comme à Bâlot, les conditions pétrographiques des couches sont les mêmes : dans l'une et dans l'autre de ces deux localités la roche est un calcaire magnésien, d'une consistance qui varie entre la roche dure et le sable grenu; les assises semblent soudées entre elles et les fossiles qu'elles renferment sont plus ou moins altérés.

A Bâlot, les couches se poursuivent sans changer d'allure ni de niveau; mais elles changent de nature et perdent insensiblement leurs principes magnésiens, de telle sorte qu'à une certaine distance elles se trouvent purement calcaires. Le calcaire magnésien semble ainsi constituer une large tache qui se perd insensiblement de tous côtés dans

(1) C'est la zone à *Rhynchonella decorata* de M. J. Martin (*Lettre à M. d'Archiac*, p. 4).

(2) *Notice géologique sur la Baume de Bâlot.*

le massif oolithique qui l'enveloppe. Je crois avoir remarqué qu'il en est de même à Santenay; toutefois je ne saurais l'affirmer, le temps limité de notre excursion ne m'ayant pas permis de m'en assurer complétement. Quoi qu'il en soit, la présence de ce calcaire magnésien au milieu du massif oolithique ne paraît être à Santenay, comme à Bâlot, qu'un accident dû, soit à un métamorphisme de couches primitivement calcaires, soit peut-être plutôt à des sources chargées de principes magnésiens (1) et contemporaines du dépôt lui-même.

A Santenay, comme à Bâlot, les calcaires magnésiens présentent des parties friables qui se désagrègent facilement et qui ont donné naissance, sur l'un comme sur l'autre de ces deux points, déjà si semblables, à des cavités de formes diverses, plus ou moins importantes, dont je vais parler.

Il y a donc, au point de vue paléontologique et pétrographique, une identité aussi complète que possible entre les couches supérieures du plateau de Santenay et celles de Bâlot ; et cette identité est d'autant plus frappante que les mêmes couches sont loin d'offrir des similitudes aussi exactes dans les détails sur l'espace d'une centaine de kilomètres qui sépare les deux localités.

Et, puisque l'occasion s'en offre d'elle-même, je vais poursuivre la comparaison à un autre point de vue.

A Santenay, comme à Bâlot, les cavités du calcaire magnésien ont été remplies d'ossements de Mammifères appartenant pour la plus grande partie à des espèces éteintes.

A Santenay, on ne peut guère méconnaître l'action d'eaux abondantes qui auraient charrié et déposé ces ossements dans les cavités où on les rencontre (2). Tel est, du reste, je crois, le sentiment de la plupart, sinon de tous nos confrères qui ont visité les lieux. C'est également la même cause qui a enfoui dans la caverne de Bâlot les ossements qu'elle renfermait. Là, en effet, ainsi que je crois l'avoir établi dans mon travail précité, tout annonce l'action puissante d'eaux qui, ayant érodé la surface du sol, auraient ainsi rendu béantes des fissures jusque-là cachées, et qui même, dans les parties où les éléments de la roche avaient peu de cohésion, auraient créé des cavités par

(1) Ne serait-ce pas à des principes magnésiens que la fontaine voisine de Santenay devrait ses propriétés purgatives? S'il en était ainsi, il deviendrait intéressant de rechercher les rapports qui peuvent exister entre la source de la vallée et les assises de calcaire magnésien du plateau.

(2) Cette hypothèse, très-probable pour les brèches du plateau aujourd'hui connues, et pour celles qui pourraient encore y être découvertes, n'est applicable qu'en partie à la caverne; car il paraît à peu près certain qu'une portion des restes d'Ours qu'elle renferme provient d'animaux qui y sont morts après l'avoir habitée.

l'enlèvement facile des résidus de désagrégation; enfin ces eaux auraient charrié dans ces fissures et cavités ce qui a pu se rencontrer sur leur passage, c'est-à-dire du limon, des cailloux et des restes d'animaux.

J'ajouterai que la faune de Santenay, telle qu'elle résulte, aussi bien des belles collections que la Société a visitées que des documents publiés par M. Loydreau (1) et par M. J. Martin (2), semble être, du moins quant aux espèces principales, à très-peu près la même que celle de Bâlot. Ces deux faunes appartiendraient donc à la même époque, et, très-probablement, les derniers représentants de chacune d'elles ont vécu contemporains et ont disparu engloutis par le même cataclysme.

Je bornerai là les observations que l'excursion de Santenay m'a fourni l'occasion de faire et que j'ai cru intéressant de soumettre à la Société, m'arrêtant devant la grande question de ces eaux qui ont laissé des traces évidentes de leur passage à une certaine époque sur nos plateaux élevés, et dont la nature, le volume et l'origine restent encore à bien connaître, ainsi que les causes qui les ont mises en mouvement. Peut-être la localité de Santenay offrirait-elle à cet égard de bonnes indications; mais pour les rencontrer, une simple excursion ne saurait guère suffire; ce sont surtout les explorateurs habitant le pays qui seraient à même de poursuivre utilement cette étude.

M. de Rosemont fait la communication suivante :

La brèche quaternaire *de* Santenay,
par M. de Rosemont.

En visitant le plateau de Santenay et en descendant dans la crevasse qui renferme la brèche osseuse quaternaire, j'avais été frappé de voir combien les géologues cherchant à expliquer le phénomène étaient d'accord pour affirmer qu'il avait été causé par de grandes eaux douces, mais combien ils l'étaient peu pour préciser la forme sous laquelle ces eaux avaient agi. Les uns voulaient qu'il y ait eu des neiges abondantes; d'autres, des glaces, etc. Pour moi qui pensais que ces grandes eaux étaient le résultat des grandes pluies de la *période pluviaire,* je me taisais, estimant que ma théorie gagnait peut-être à

(1) *Étude de Paléontologie locale.*
(2) *Lettre précitée.*

n'être produite ni trop tôt, ni trop loin des phénomènes où elle a pris naissance. Je me tairais encore, si M. Lory, avec l'autorité scientifique qui lui appartient, réduisant à néant les glaciers du Plateau central, ne venait pas en quelque sorte d'ouvrir la voie à la période pluviaire.

Dans les périodes tertiaire et quaternaire la pluie a varié d'intensité, et cette variation se mesure rigoureusement par le volume moyen des matériaux alluvionnés, galets ou autres, et par la section du lit des rivières.

Aucun géologue ne s'étonnera de ces perturbations ni de la possibilité de les démontrer. Si la géologie est la science des dislocations de la croûte terrestre, elle est aussi par cela même la science des crises et des perturbations de la croûte atmosphérique. Puisque notre globe a été souvent ébranlé dans son écorce solide, quoi de plus naturel que son écorce gazeuse ait subi le contre-coup de ces perturbations, qu'elles aient amené de colossales chûtes de pluie, et que la trace du dernier de ces phénomènes se retrouve à la surface de la Terre?

Ne voulant pas développer ici une théorie assise sur des observations nombreuses et consignées dans divers écrits, j'arrive de suite à ce qui concerne la brèche de Santenay.

Le plateau est à une altitude de 500 mètres. Il domine la plaine Châlonnaise de 314 mètres, la Bresse Châlonnaise de 280, et la Bresse dans son ensemble de 172, si on prend la cote maximum de l'aval dans les environs de Lyon. Ces cotes ont une grande importance dans l'ordre de considérations que j'ai développées dans mes *Études géologiques sur le Var et le Rhône*. Elles ont ici leur application; mais, ne voulant pas sortir d'un cadre très-restreint, je ne puis pas m'étendre à cet égard.

Le plateau de Santenay est terminé de tous côtés par des pentes assez rapides. Il fait partie du premier gradin de la chaîne de la Côte-d'Or. Il est donc le premier endroit sain qui s'offre à des animaux quittant la plaine qu'une inondation envahit. L'accès est facile de ce côté et la coupure qui existe entre le plateau et la montagne suffit pour retenir au moins pendant un certain temps les animaux qui viennent de monter.

La *période pluviaire* commença par de grandes pluies qui eurent vingt-sept fois l'intensité des pluies actuelles. En rendant la plaine inhabitable, ces pluies obligèrent les animaux à se réfugier sur les lieux élevés et firent du plateau de Santenay une station très-fréquentée, où la mauvaise saison achevait ce que les maladies, l'âge et les autres accidents avaient commencé, un lieu où les cadavres des animaux s'amoncelaient plus que partout ailleurs.

On a toujours attaché trop d'importance à l'action des Carnassiers dans la mort des Herbivores et des Rongeurs, et pas assez à celle des intempéries. La pluie a dû tuer plus de bêtes que la dent des animaux. Dans nos pays, les Carnassiers ont plus souvent mangé leur proie morte que vivante.

Les premières grandes pluies furent suivies d'autres plus grandes encore, qui atteignirent une intensité cent fois supérieure à celles d'aujourd'hui, mais qui durèrent peu.

L'inondation, à ce moment, ne connut plus de bornes : pourtant elle n'atteignit pas la crête du plateau de Santenay. Dans la plaine, elle tua tous les animaux qui y étaient restés ; leurs corps flottèrent dans les eaux limoneuses et allèrent s'entasser à l'aval, dans les remous, avec l'alluvion jaune. Cette célèbre alluvion lehmeuse, qu'il ne faut pas confondre avec le Lehm proprement dit, est la caractéristique du commencement du Déluge; elle est la seule qui recèle les fossiles diluviens.

Sur le plateau, les animaux périrent de faim et de froid sous la pluie. Leurs cadavres furent dévorés par les Carnassiers réfugiés dans la grotte située à l'ouest, et leurs squelettes, mêlés à ceux qui se trouvaient déjà sur le plateau, furent entraînés dans la crevasse.

On s'étonnera peut-être d'entendre dire que des eaux de pluie ont entraîné quelque chose sur un plateau élevé et de très-petite étendue; mais, comme je l'ai déjà dit, il a été possible de calculer l'intensité de la pluie diluvienne et de reconnaître que la tranche d'eau tombant chaque jour s'est élevée à un mètre. Il ne faut pas tant d'eau pour déplacer sur une pente légère des matériaux d'un certain volume.

Les squelettes, emportés vers la fissure à travers laquelle ces torrents s'écoulaient en partie, furent disloqués et empâtés dans un sédiment rouge, qui est le résidu du lavage du plateau par les pluies des âges précédents.

Les plateaux jurassiques sont ordinairement recouverts d'une argile rouge résultant de la décomposition du calcaire par les agents atmosphériques. Cette argile, enlevée à nos montagnes par la pluie diluvienne, se retrouve non-seulement dans notre brèche, mais encore dans presque toutes les autres du même âge; elle est plus ou moins abondante, plus ou moins mêlée au carbonate de chaux ; mais c'est toujours elle qui donne la couleur rouge. Elle se retrouve encore dans l'alluvion appelée *Lehm rouge* dans le bassin du Rhône. Cette alluvion, qui n'est que du Lehm jaune teinté en rouge par l'argile jurassique, est la caractéristique du paroxysme diluvien. Elle remplaça assez brusquement l'alluvion jaune, mais ne disparut que lentement et en s'atténuant.

Dans le Lehm rouge on n'a encore trouvé aucun fossile. Ce fait paraît tout naturel quand on admet que l'argile rouge, tenace et couverte de végétation, ne fut emportée qu'après l'alluvion jaune de la plaine, que les premières pluies qui entraînèrent celle-ci suffirent à tuer les animaux, et que l'alluvion rouge ne se forma que quand le phénomène atteignit son paroxysme.

La grotte de Santenay est remplie d'un résidu jaune de calcaire désagrégé, parce que les eaux du Déluge ne l'ont point atteinte et que les agents atmosphériques n'ont pas eu d'action dans sa profondeur. Il en est de même dans les anfractuosités de la crevasse qui contient la brèche osseuse, dans les endroits où les eaux torrentueuses n'ont pas pénétré.

Je m'arrête, car je ne dois pas exposer tout au long la théorie pluviaire et diluvienne; j'ai seulement voulu montrer comme elle interprète bien tout ce qui se trouve à Santenay et tout ce qu'on retrouve en beaucoup d'autres endroits; car les brèches diluviennes abondent dans notre pays. Les questions qui s'y rattachent sont fort importantes. Il est temps que la Géologie consente à s'en occuper; l'Archéologie préhistorique et l'Anthropologie les mettent partout à l'ordre du jour.

Jusqu'à présent les géologues ont cherché à expliquer les phénomènes diluviens par la théorie glaciaire; mais plus on avance, plus elle se montre impuissante. Les recherches qui se font un peu partout, mais principalement en Auvergne et dans la vallée du Pô, vieillissent le grand refroidissement et, le rejetant dans le Pliocène, le rendent tout à fait inapte à expliquer quoi que ce soit dans la période quaternaire.

M. Jean **Vilanova** fait ressortir la difficulté qu'il éprouve à admettre que les argiles soient les résidus de l'action dissolvante exercée par les eaux sur les couches crétacées, et demande comment il se fait que ces eaux saturées de sels calcaires n'aient donné lieu à aucun dépôt signalé dans la région.

M. **Didelot** présente le **compte-rendu** sommaire de l'**excursion** faite dans la journée du **27 août** à **Mazenay :**

La Société géologique, partie de Châlon par le train de 6 h. 44, s'est arrêtée quelques instants à Chagny, pour visiter les restes de la tranchée de la Rotonde, où ont été trouvés, en octobre 1867, les débris d'Éléphants recueillis par MM. Loydreau et Landa (1).

Elle a été reçue à la gare de Saint-Léger par M. Chosson, Ingénieur-Directeur des mines du Creusot, que M. H. Schneider, retenu au

(1) M. Landa avait eu l'aimable attention de préparer pour la Société des plans, coupes et photographies de cette tranchée.

Conseil général, avait chargé de le remplacer, et par M. Ollier, Ingénieur. Après une courte visite aux carrières d'argile de Saint-Léger, décrites par M. Jules Martin (1), un train spécial, mis par M. Schneider, pour toute la journée, à la disposition de la Société, l'a amenée à Mazenay, pavoisé en son honneur.

Après avoir étudié, sous la conduite de M. Poisot, Ingénieur chargé des exploitations de Mazenay, Créot et Charge, le plan de ces mines, examiné des coupes relevées par M. Poisot et les échantillons d'une galerie qui a traversé plusieurs assises inférieures au minerai, la Société s'est rendue à une exploitation souterraine ouverte dans le Keuper et elle y a recueilli de beaux échantillons de gypse fibro-soyeux et de gypse rose et blanc. Au-dessus de cette carrière de gypse, M. Pellat a fait observer les grès à *Avicula contorta* de l'étage rhétien. Une carrière a permis, un peu plus loin, de ramasser de nombreux fossiles de l'étage sinémurien, et une galerie ouverte sous cette carrière a montré le contact du minerai et du calcaire à Gryphées arquées.

La Société a ensuite fait l'ascension de la montagne de Rome-Château et examiné, sous la direction de M. Pellat, dans des affleurements naturels et dans des fouilles obligeamment préparées par les soins de l'administration du Creusot, les divers niveaux du Lias moyen et du Lias supérieur.

Après avoir franchi un pittoresque escarpement de Calcaire à Entroques, la Société a atteint le sommet de la montagne de Rome-Château, d'où la vue s'étend sur une grande partie des départements de Saône-et-Loire et de la Côte-d'Or, et elle a pris part, sous une tente entourée de mâts pavoisés et au bruit de détonations de boîtes, à un magnifique banquet offert par M. Schneider et auquel a assisté l'administration du Creusot.

M. Pellat a remercié M. Schneider, au nom de la Société, d'une réception bien inattendue dans un site aussi peu accessible, et rappelé les titres que M. Eugène Schneider a acquis à la reconnaissance de la France, en la dotant d'un établissement industriel sans rival.

Les mineurs, qui, malgré la pluie, avaient gravi en grand nombre la montagne, n'ont point été oubliés dans cette fête de représentants de la science et de l'industrie.

Redescendue à Mazenay, la Société a repris le train ; elle s'est arrêtée à Créot pour étudier, le long de la voie ferrée, le Lias moyen à *Ammonites Davœi;* puis, arrivée au puits Saint-Charles, elle y est descendue

(1) Les dépôts argileux et sableux de Saint-Léger-sur-d'Heune ont été considérés par M. J. Martin comme quaternaires. Cette opinion a été partagée par plusieurs membres, notamment par M. Collenot. Suivant ce dernier géologue, ils proviendraient d'un remaniement des roches du Keuper.

sous la conduite de MM. Ollier et Poisot. Son attention a été appelée sur deux petites failles qui ne détruisent pas l'horizontalité des strates, mais qui produisent dans la couche ferrugineuse une dénivellation totale de 16 mètres. Une perforatrice (système Lisbeth modifié) d'un jeu très-simple a fonctionné en présence de la Société.

La Société s'est ensuite dirigée sur Nolay, en examinant des déblais très-fossilifères de la zone à *Ammonites angulatus.*

A Nolay, elle a visité la collection de M. Rémond, pharmacien, qui a mis sous ses yeux de beaux échantillons d'Ours et de Mammouth, et l'a guidée dans les carrières de la gare de Nolay. La partie supérieure de ces carrières montre le contact du Lias moyen et du Lias inférieur. De nombreux exemplaires d'*Ammonites oxynotus* ont été recueillis dans la zone supérieure du Lias inférieur.

L'heure avancée a empêché la Société d'examiner le reste du Lias et le Calcaire à Entroques, et elle est partie pour Autun à 9 heures du soir.

M. Collot présente le **compte-rendu** sommaire de l'**excursion** faite dans la journée du **28 août** à **Cussy-en-Morvan:**

La Société, partie en voiture, à 6 heures 1/2 du matin, d'Autun pour Cussy-en-Morvan, a mis pied à terre à La Petite-Verrière; elle a gravi une montagne composée de la roche connue sous le nom de *roche verte,* pour aller visiter un filon de fluorine exploité par M. de Champeaux. La fluorine affecte une structure rubannée; tantôt lamelleuse, tantôt fibreuse, très-rarement cristallisée en octaèdres, elle est blanche, verte, violette, entremêlée de quartz, de barytine et de peroxyde de fer.

La Société, continuant sa route à travers la roche verte, est arrivée au pied de la montée de Cussy, où elle a vu des schistes verdâtres de l'époque carbonifère associés à des quartzites. Sous la direction de M. Delafond, elle a étudié les positions relatives du schiste et d'une roche que M. Delafond considère comme des filons de porphyre granitoïde injectés dans les schistes. D'autres géologues, notamment M. Michel-Lévy, y voient des lambeaux d'une nappe disloquée de roche verte ou tuf porphyrique anthracifère, entremêlés par les failles avec les schistes. La dernière masse de cette roche, avant Cussy, se soude brusquement et sans intermédiaire au schiste voisin, comme une matière de filon, a fait observer M. Delafond. M. Michel-Lévy a objecté que les salbandes ne sont pas parallèles, l'une étant dirigée N. 63° E., l'autre à peu près N. S., tandis qu'avec une épaisseur aussi faible, un filon ne manquerait pas d'avoir ses parois sensiblement parallèles. Une petite veine de granulite rose, de 0m15 environ d'épaisseur, coupe

le schiste; son origine éruptive postérieure au schiste a paru indiscutable à tous.

Après le déjeûner, la Société a continué la montée de la route au-dessus de Cussy, dans le porphyre granitoïde (d'après M. Delafond), et la discussion soulevée par cette roche a repris. M. Michel-Lévy a vu là encore la roche anthracifère et signalé, à l'appui de son opinion, des parties chloriteuses et schistoïdes intercalées et une disposition générale un peu rubannée de la masse.

Vers le haut de la montée, la Société a rencontré une eurite rouge à aspect oolithique. Les plaques de cette roche, suivant M. Michel-Lévy, se présentent au microscope polarisant comme une micro-pegmatite à étoilement avec globules à extinction. Il y a vers le même point du porphyre quartzifère rouge à gros cristaux de quartz bipyramidés et grands cristaux de feldspath.

La Société est arrivée, sur l'autre versant, à un gisement de calcaire noir-bleuâtre, qui a été exploité pour la fabrication de la chaux. Ce calcaire, considéré comme carbonifère, contient des débris d'Encrines, et M. Collenot y a ramassé dans le temps un *Lophophyllum*. Ce lambeau calcaire est tout fracturé et forme par places une brèche avec le schiste verdâtre qui y est entremêlé.

Au retour, la Société s'est arrêtée à la recherche de charbon du pont de La Vesvre, dont les travaux éboulés n'ont guère permis de vérifier les coupes données par Rozet, Élie de Beaumont, M. de Charmasse. Les échantillons de combustible se trouvent mêlés aux débris de la roche verte et d'une eurite quartzifère contenant de petits cristaux de pinite tendre. Les débris roulés de ces roches ont été vus par la Société un peu plus loin, dans les couches de poudingue de la base du Permien.

Quelques-uns des membres ont terminé la course par un coup d'œil jeté sur les déblais d'une seconde recherche de charbon, au bois de Saint-Romain, tandis que les autres, conduits par M. Jutier, visitaient les schistes noirs permiens exploités dans la concession de Poisot.

M. Jean **Vilanova** émet le vœu qu'un **Congrès géologique international** soit organisé à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878, pour donner plus d'uniformité et de précision aux termes et dénominations employés en géologie.

Séance du 29 *août* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JUTIER.

La séance s'ouvre à 8 heures du soir dans le grand salon de l'Hôtel de ville d'Autun.

M. Didelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Mieg-Kroh (Mathieu), Manufacturier, à Mulhouse (Alsace), présenté par MM. Jutier et Didelot.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. **Didelot** présente le **compte-rendu** sommaire de l'**excursion** faite dans la journée à **Muse** et **Surmoulin** :

Partie d'Autun à 8 heures du matin, la Société a visité l'exploitation de schistes bitumineux et de boghead de *l'Orme;* puis elle s'est rendue au *Champ de la Justice,* où une fouille exécutée par les soins de M. Rossigneux, exploitant des mines de schistes de Surmoulin, lui a permis d'étudier un des plus beaux échantillons de *Psaronius* découverts jusqu'ici. Sa longueur est de 4 mètres 12, sur une largeur moyenne de 70 centimètres. Il est enfoui horizontalement, à un mètre de profondeur, dans une couche argileuse qui semble produite par un remaniement sur place et qui repose sur les schistes permiens. M. Delafond a fait observer que, d'après les recherches de M. Grand'Eury dans la Loire, les Psarolithes se trouvent aussi bien dans le terrain houiller que dans le terrain permien. Ce qui ajoute à l'intérêt que présente cet exemplaire, c'est l'existence de quelques fragments appartenant à la tige du végétal, tout le reste se rapportant aux racines (*Psaronius* véritable) ; il est en effet fort rare de rencontrer ces deux parties réunies.

M. Pellat a exprimé, au nom de la Société, ses remerciements les plus vifs à M. Rossigneux.

De là la Société s'est rendue au hameau de Muse, où des fouilles importantes, exécutées sous la direction de M. Roche, concessionnaire de la mine de schistes d'Igornay, ont mis à nu la couche à Poissons. Après avoir fait une ample récolte de fossiles, la Société a regagné Autun.

Le reste de la journée a été consacré à l'examen des belles collec-

tions du Petit-Séminaire, créées par feu Mgr Landriot et augmentées par M. l'abbé Duchêne. A ces collections étaient jointes, à l'occasion de la prochaine réunion de l'Institut des Provinces, les magnifiques collections préhistoriques de M. Loydreau. Enfin, la Société a visité les collections de M. Desplaces de Charmasse et du Musée de la Ville.

M. **Lory** met sous les yeux de la Société, au nom de M. Jutier, un plan et des coupes géologiques de la bande de terrain qui longe le chemin de fer de Besançon à Vesoul. Un texte inédit, dû également à M. Chavanne, employé aux travaux des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, donne la description géologique de cette région.

M. **Jutier** présente deux cartes des bassins d'Autun et de Blanzy obtenues en agrandissant par la photographie les feuilles de l'État-Major. Elles sont à l'échelle, la première de $\frac{1}{20\,000}$, la seconde de $\frac{1}{10\,000}$. Les dimensions exceptionnelles des moindres détails du terrain rendent ces cartes fort utiles pour l'étude des bassins houillers et des diverses exploitations.

M. Edm. Pellat fait les communications suivantes :

Lias inférieur *de* Borgy, Oolithe inférieure *et* Grande Oolithe *de* Santenay,

par M. Edm. **Pellat.**

LIAS INFÉRIEUR de BORGY.

Les carrières de Borgy, que plusieurs de mes confrères ont visitées avec moi dans l'après-midi du 26 août, ont été souvent citées par notre regretté collègue, M. Eug. Dumortier (1).

Elles sont ouvertes dans le Lias inférieur, qui butte, par suite d'une faille, contre les calcaires bathoniens à *Ammonites arbustigerus*.

Quand on descend du Calvaire de Santenay, cette faille et l'emplacement des carrières se devinent de loin, à l'aspect du terrain et des cultures qui changent brusquement.

M. Dumortier a divisé le Lias inférieur du bassin du Rhône de la manière suivante :

Zone à *Ammonites oxynotus.*	Couches à *Ammonites planicosta.*
	Couches à *Ammonites oxynotus.*
	Couches à *Ammonites stellaris.*
	Couches à *Ammonites Davidsoni.*

Zone à *Ammonites Bucklandi.*

(1) *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône*, t. II : *Lias inférieur.*

Il assigne à la première zone 7 mètres d'épaisseur; à la seconde 13 mètres dans le Lyonnais et 5 mètres seulement dans les environs d'Autun, Nolay et Couches-les-Mines, c'est-à-dire dans la région qui nous occupe (1).

Mes recherches dans les environs de Couches-les-Mines et de Nolay m'ont amené à subdiviser la zone à *Ammonites oxynotus* de Dumortier et à en retirer, pour les grouper sous le nom de zone à *Belemnites acutus*, les couches à *Ammonites stellaris* et à *A. Davidsoni*.

Réduite ainsi aux couches à *A. planicosta* et aux couches à *A. oxynotus*, la zone à *A. oxynotus* se sépare très-nettement de la zone à *Belemnites acutus*, et elle a tant d'affinités avec le Lias moyen que plusieurs auteurs l'attribuent à cet étage (2).

Le Lias inférieur ou Sinémurien des environs de Couches-les-Mines et de Nolay me paraît devoir être divisé comme il suit :

Zone à *Ammonites oxynotus* (2 mètres).	Couches à *Ammonites planicosta*. Couches à *Ammonites oxynotus*.
Zone à *Belemnites acutus* (5 mètres environ).	Couches à *Ammonites stellaris*. Couches à *Ammonites Davidsoni*.

Zone à *Ammonites Bucklandi* (5 mètres en moyenne).

Les carrières de Borgy, dans lesquelles nous avons recueilli, M. Dumortier et moi, un grand nombre d'Ammonites, permettent d'étudier les deux zones supérieures dans d'excellentes conditions; mais elles ne montrent cependant pas le passage du Lias inférieur au Lias moyen. Dans les carrières de la gare de Nolay, au contraire, les couches à *Ammonites planicosta* sont surmontées par un mètre environ de calcaires roux, à grains fins, avec *A. armatus* (base du Lias moyen).

ZONE A **Ammonites oxynotus**.

Couches à *Ammonites planicosta*. Sur un mètre environ, on observe à Borgy des calcaires se délitant en fragments, brunâtres, terreux et friables, rejetés par les carriers, contrastant plus encore que

(1) Cette épaisseur est variable. A Drevin, très-près probablement du rivage jurassique, le Lias inférieur est moins épais qu'à Mazenay.

M. Collenot (*Description géologique de l'Auxois*, p. 228) attribue dans une localité 2m15 à sa zone à *Ammonites Birchi* (correspondant à la zone à *A. oxynotus* de Dumortier) ; ses deux zones à *A. Bucklandi* et à *A. Scipionianus* ont 2m14 et 1m22. L'épaisseur du Lias inférieur serait donc, sur ce point, de 5m50 environ.

(2) M. Terquem, notamment, en fait la base du Lias moyen, et cette classification est généralement adoptée dans les environs de Nancy.

les bancs sous-jacents à *A. oxynotus*, avec les calcaires noirâtres de la zone à *Belemnites acutus*, exploités au-dessous. Les *Ammonites planicosta* et *A. raricostatus* sont excessivement communs; on y trouve aussi : *A. clunicularis*, *A. jejunus*, *A. Nodotianus*, *A. Pellati*, *A. Pauli*, *A. armentalis*, *A. subplanicosta*, *A. tardecrescens*, *A. viticola*, *A. vellicatus*, *A. Edmundi*, *A. Oosteri*. Je n'y ai jamais rencontré le *Belemnites acutus* ; par contre, on y trouve déjà des Bélemnites allongées (probablement quelques-unes des nombreuses Bélemnites de la zone à *B. clavatus*). La *Gryphæa arcuata* ne s'y rencontre plus; elle est remplacée par des Gryphées sans sillon, élargies, petites encore, mais prenant déjà la forme de la *G. gigantea*. La *Terebratula numismalis* y est commune.

Par leur faune et par leur faciès, les calcaires à *Ammonites planicosta* forment une couche de passage que l'on peut attribuer aussi bien au Lias moyen qu'au Lias inférieur (plutôt *liasienne*, peut-être, dans les environs de Nancy, plutôt *sinémurienne* en Bourgogne).

Couches à *Ammonites oxynotus*. L'*A. oxynotus*, si reconnaissable à sa carène coupante, en tranchant acéré, jusqu'au diamètre de 150 millimètres où la quille s'arrondit, est surtout très-commun dans des calcaires grisâtres par places, très-ferrugineux cependant, et le plus souvent de couleur rouille, épais d'un mètre environ. On rencontre aussi à ce niveau : *A. Victoris*, *A. Aballoensis*, *A. Buvignieri*, *A. Salisburgensis*, etc.

ZONE A **Belemnites acutus.**

Les couches à *Ammonites stellaris* et à *A. Davidsoni*, d'une épaisseur de 5 mètres environ, forment des bancs nombreux, variant de 0m20 à 0m30, noirâtres, jaunâtres sur leur tranche où se montrent en abondance le *Belemnites acutus* et le *Pentacrinus tuberculatus*. La recherche des fossiles, en saillie à ce niveau sur le front des carrières, est œuvre de patience et exige de bons ciseaux ; mais elle est récompensée par la récolte de nombreux échantillons.

Bien que beaucoup d'espèces relient entre elles les couches de cette zone, M. Dumortier y a constaté deux associations différentes d'Ammonites. On rencontre en effet à la partie supérieure les *A. stellaris*, *A. obtusus*, *A. Æduensis* et *A. Birchi*. A la partie inférieure on remarque, sur un mètre environ d'épaisseur, les *A. Davidsoni*, *A. Hartmanni*, *A. resurgens* (espèces de petite taille et à dos large) et *A. lacunatus*.

La rareté relative des Gryphées est dans cette zone un caractère négatif important; elles appartiennent généralement à la variété de la *G. arcuata* désignée sous le nom de *G. obliqua*.

De nombreux grains de fer oxydulé sont disséminés dans les bancs de la zone à *Belemnites acutus* (à Borgy notamment et à Mazenay).

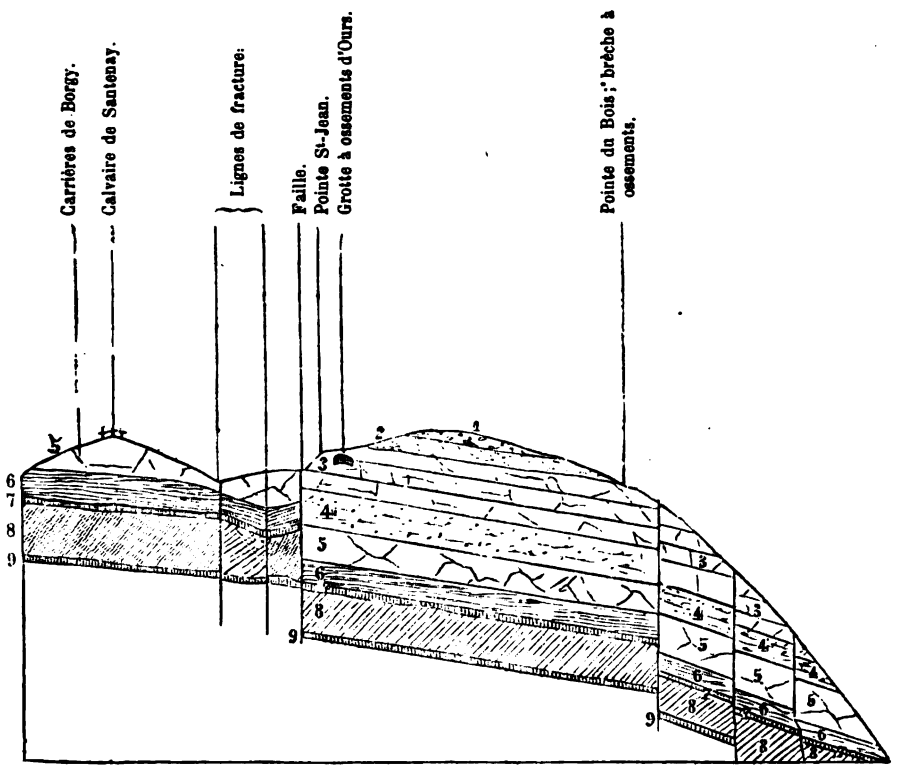
ZONE A **Ammonites Bucklandi.**

La Société n'a point étudié à Borgy la zone à *Ammonites Bucklandi*, horizon de la vraie *Gryphæa arcuata*, où cette Gryphée pullule, où par contre le *Belemnites acutus* est extrêmement rare (s'il y existe), et dont les bancs sont plus noueux et plus irréguliers que ceux de la zone à *B. acutus*.

OOLITHE INFÉRIEURE et GRANDE OOLITHE de SANTENAY.

Le temps nous a manqué pour étudier en détail la coupe ci-dessous de la montagne de Santenay (fig. 1), relevée par M. J. Martin, dont nous regrettions vivement l'absence.

Fig. 1. *Coupe de la montagne de Santenay.*



1. Calcaires grisâtres, rognonneux, sorte de lumachelle, avec perforations

de lithophages. — Principaux fossiles : *Pecten vagans, Terebratula digona,* var. *minor, Isastræa limitata, Siphonocœlia Neptuni,* etc. — Épaisseur . . 0m50

2. Calcaire oolithique, grisâtre, fissile, avec perforations de lithophages. — *Lima cardiiformis, Terebratula cardium, T. digona, Heteropora pustulosa,* etc. 2m50

3. Calcaire compacte, vacuolaire et sablonneux par décomposition, très-peu fossilifère. — *Lima cardiiformis, Rhynchonella decorata, R. Hopkinsi* . 30m00

4. Oolithe blanche, miliaire (généralement masquée). — *Purpura minax, P. glabra,* nombreux Gastéropodes roulés, Polypiers.. . . . . 8m00

5. Calcaire marneux, d'un gris-jaunâtre à la base, plus dur et blanchâtre vers le sommet.— *Ammonites arbustigerus, Pholadomya Vezelayi, P. Bellona, P. angulifera, Anatina Ægea, Thracia Viceliacensis, Pinna bathonica,* etc. 20m00

6. Marnes grises ou bleuâtres, passant à des calcaires marneux à la partie supérieure. — *Ammonites Parkinsoni, Ostrea acuminata* et *Terebratula sphæroïdalis* à la base ; *Pholadomya bucardium* au sommet 12m00

7. Marne cannabine, d'un gris-roussâtre, avec rognons calcaires et perforations de lithophages. — *Pholadomya Murchisoni, P. gibbosa,* Pleuromyes, *Ostrea acuminata* (rare). 1m00

8. Oolithe inférieure : calcaire grisâtre, sub-compacte, grenu ou compacte à la base. — Polypiers, *Pecten articulatus, P. personatus, Pentacrinus Bajocensis* 25m00

9. Feuillet marneux. — *Zoophycos scoparius* 0m20

Les étages sous-jacents sont généralement masqués par les éboulis.

Les exploitations de sables de la pointe Saint-Jean nous ont permis d'examiner l'intéressante désagrégation des calcaires magnésiens de l'étage bathonien (couche 3 de la coupe). Nous avons trouvé en abondance dans ces sables une variété petite et comme maladive de la *Rhynchonella Hopkinsi,* des Polypiers *(Isastræa limitata),* des *Hemicidaris* et des Nérinées.

Autour du Calvaire et surtout en nous dirigeant vers Nolay, nous avons pu recueillir de nombreux fossiles de la zone à *Ammonites arbustigerus* dans les calcaires marneux d'un gris-jaunâtre (couche 5), notamment : *Panopæa Delia,* d'Orb., *Pholadomya Vezelayi,* Laj., *P. angulifera,* d'Orb., *P. Bellona,* d'Orb., *Ceromya striata,* d'Orb., *Thracia Viceliacensis,* d'Orb., *Anatina Ægea,* d'Orb., *Astarte rotunda,* Sow., *Terebratula globata,* Sow. (très-commune).

En descendant du Calvaire pour regagner Santenay, une petite carrière nous a montré les marnes grises et les calcaires marneux, 6, avec *Ammonites Parkinsoni* et *A. Gervillei,* etc.

Le Calcaire à entroques, 8, contient très-peu de fossiles à l'endroit où nous l'avons traversé, ou du moins les conditions dans lesquelles il s'y présente ne permettent pas d'y rechercher les niveaux fossilifères observés dans les localités voisines, à Nolay notamment.

Au pied de la montagne et un peu avant d'atteindre les premières maisons de Santenay, une fouille ouverte dans les marnes du Lias

supérieur contenait : *Ammonites crassus, Pecten pumilus, Leda claviformis,* etc.

Zone à **Avicula contorta, Infrà-lias** *et* **Lias inférieur** *(étages rhétien, hettangien et sinémurien) de* **Mazenay ;**
Lias moyen *et* **Lias supérieur** *(étages liasien et toarcien) de* **Rome-Château** *(Saône-et-Loire) ;*
Lias *et* **Calcaire à entroques** *de* **Nolay** *(Côte-d'Or),*
par M. Edm. **Pellat.**

Pl. XXI.

ENVIRONS de MAZENAY.

La carrière de Parnay, visitée le 27 août par la Société géologique, donne une coupe complète du Lias inférieur, et l'entrée d'une galerie y montre, sous le calcaire à Gryphées, le toit du minerai de fer et le minerai lui-même.

M. l'Ingénieur Poisot, chargé des exploitations de Mazenay, Créot et Change, a relevé la coupe ci-contre (fig. 1) dans cette carrière, qui a fourni, en grande partie, les matériaux de construction du Creusot.

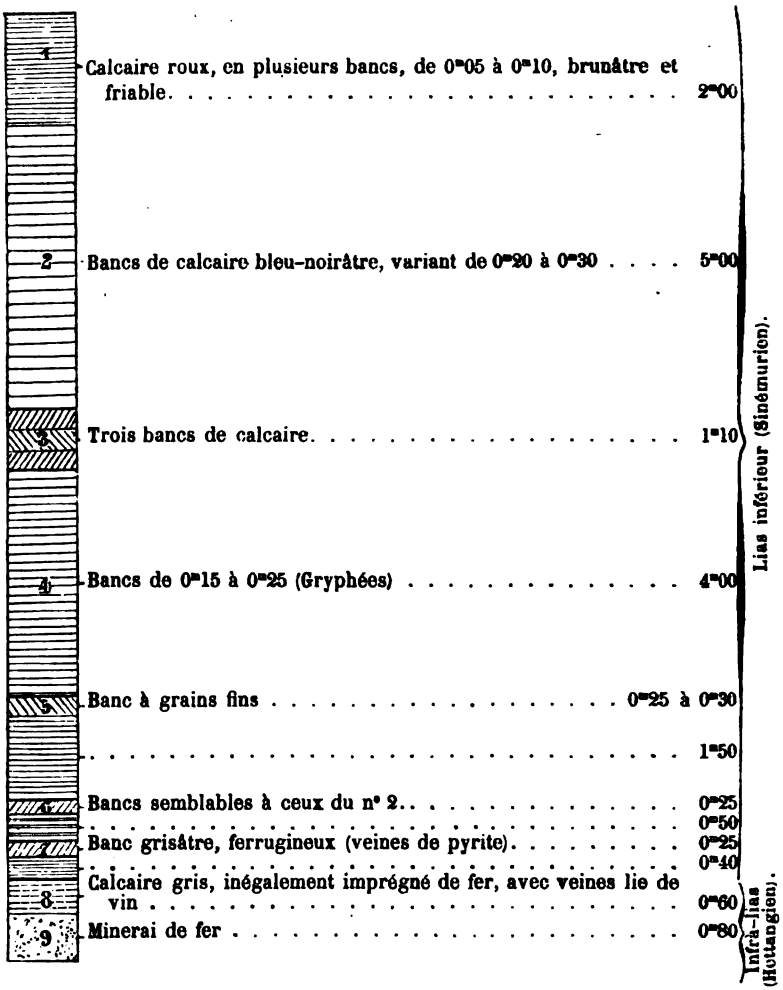
Les couches 8 et 9 appartiennent à l'Infrà-lias; il reste pour le Lias inférieur une épaisseur de 15 mètres environ.

Aucune autre carrière, dans la région, n'offre (à ma connaissance) une coupe aussi complète du Lias inférieur et le contact de cet étage avec l'Infrà-lias.

Deux mètres de calcaires roux, 1, constituent la zone à *Ammonites oxynotus* et contrastent, de loin, par leur couleur brunâtre et leur aspect fendillé avec les bancs sous-jacents.

Pressée par le temps, la Société n'a pu rechercher dans la carrière de Parnay, dont le front d'exploitation était du reste peu abordable, les autres subdivisions que j'ai indiquées à l'occasion de Borgy. On s'est borné à recueillir dans les déblais de nombreux fossiles, et on a pu remarquer l'extrême abondance de la *Gryphæa arcuata* dans les bancs inférieurs (1).

(1) Les partisans du transformisme pourraient ne voir qu'une seule espèce dans les Gryphées du Lias, qui débutent dans l'Infrà-lias par une forme indécise, de petite taille et étroite ; qui pullulent sous la forme de la *Gryphæa arcuata* type dans la zone à *Ammonites Bucklandi ;* qui deviennent plus rares et tendent à perdre leur sillon dans la zone à *Belemnites acutus ;* qui le perdent de plus en plus et s'élargissent dans la zone à *Ammonites oxynotus* et dans la zone à *Belemnites clavatus* (zone inférieure du Lias moyen) ; qui deviennent énormes et s'aplatissent dans les zones supérieures du Lias moyen *(Gryphæa gigantea = Ostrea cymbium,*



J'appellerai l'attention sur le banc 7 de la carrière de Parnay.

Grisâtre plutôt que noirâtre, traversé de veines de pyrite, brunâtre par altération lorsqu'il est resté longtemps à l'air, ce banc est très-

Lam.) — De même la *Gryphæa dilatata* de l'Oxfordien débute dans l'Oxfordien inférieur (Callovien) par une forme petite et indécise (Callovien du Boulonnais) ; reste de moyenne taille, mais prend une forme constante, dans l'Oxfordien moyen ; s'élargit et s'aplatit dans l'Oxfordien supérieur (*Ostrea dilatata*, var. *major*, ou *O. gryphæata*, Schl.).

D'après M. Collenot (observation formulée dans la carrière de Parnay), « la forme » de la Gryphée arquée dans les bancs supérieurs (zone à *Ammonites Birchi*, *A.*

fossilifère; malheureusement il est rarement atteint dans les carrières.

A Drevin, où il est exploité dans des conditions particulièrement favorables, j'y ai recueilli des fossiles très-bien conservés, qui ont été décrits et figurés par M. Dumortier, notamment : *Ammonites Charmassei*, d'Orb. (commun), *Orthostoma Drevaini*, Dum., *O. terebrans*, Dum., *Turbo diadematus*, Dum., *Pleurotomaria rotellæformis*, Dunk., *Phasianella Æduensis*, Dum., *Pholadomya ventricosa*, Ag., *Goniomya rhombifera*, Goldf., *Cardinia crassiuscula*, Sow., *C. Philea*, d'Orb., et plusieurs grandes Cardinies du même groupe (*C. Fischeri*, Terq., *C. scapha*, Terq., *C. copides*, de Ryck., citée à Hettange), *Cypricardia compressa*, Terq. (également citée à Hettange), *Myoconcha scabra*, Terq. et P., *Lima gigantea*, Sow., couverte de nombreux perforants microscopiques (*Talpina porrecta*, Terq., etc.), *L. stigma*, Dum., *L. charta*, Dum., *Perna Pellati*, Dum., *Ostrea arietis*, Quenst., etc.

La Gryphée arquée y est encore relativement rare et je n'y ai point trouvé le *Belemnites acutus*.

Entre Couches-les-Mines et Drevin, à La Croix-Valot, où ce banc affleure et a été exploité pour faire de la chaux, il a une structure marbrée, et la surface des blocs, altérée par les agents atmosphériques, montre en saillie de nombreux petits fossiles, parmi lesquels on remarque des espèces du *foie de veau* (zone à *Ammonites angulatus*) des géologues bourguignons. Ces petits fossiles sont complétement invisibles quand la roche est saine et dans l'intérieur des blocs. Ce sont en général des Gastéropodes (*Orthostoma, Trochus, Cerithium*, etc.); j'ai recueilli avec eux le *Cidaris Pellati*, Cotteau, et de nombreux fragments de tiges et de bras du *Pentacrinus angulatus*.

Par sa faune et par son faciès, la couche en question relie l'Infràlias au Lias inférieur.

On doit y noter l'absence de l'*Ammonites angulatus*, dont le niveau est plus bas et qui y est remplacé par l'*A. Charmassei*, d'Orb. Cette dernière espèce est associée à l'*A. Kridion* et à de rares *A. Bucklandi*.

Le banc qui recouvre le minerai, 8, et le minerai lui-même, 9, ont été examinés par la Société au fond de la carrière de Parnay.

» *Æduensis, A. oxynotus*, etc.) change au point qu'on en a fait une espèce différente : » *Gryphæa obliqua*, Sow. En effet le sillon prononcé de la Gryphée arquée s'atténue » dans la Gryphée oblique et même disparaît sur certains exemplaires ; en même » temps la grande valve s'élargit beaucoup et les stries d'accroissement de la petite » valve sont plus rapprochées et moins rugueuses. Les points d'adhérence au cro- » chet, très-rares dans la Gryphée arquée, le sont moins dans la Gryphée oblique, » sans pourtant être fréquents.

» Si la Gryphée oblique appartient exclusivement à la zone supérieure, on trouve » au même niveau quelques rares Gryphées arquées, et le passage d'une forme à » l'autre indique plutôt deux variétés que deux espèces. »

Des échantillons provenant d'une galerie ouverte sous le minerai et qui, partie de la vallée de Mazenay, s'enfonce dans la direction de Saint-Sernin, sous la montagne de Rome-Château, ont révélé la composition du reste de l'Infrà-lias et d'une partie de l'étage rhétien dans la localité.

Ces échantillons, qui m'ont été obligeamment remis par M. Poisot, les indications d'épaisseurs que cet ingénieur m'a fournies, et mes observations dans les localités peu distantes, m'ont permis de donner la coupe ci-contre des étages hettangien et rhétien de Mazenay (fig. 2).

Étage hettangien.

Couche 8. Cette couche, qui recouvre directement le minerai, a une épaisseur variable; à Parnay elle a 0m60. C'est un calcaire grisâtre, à aspect terreux, marbré, avec nombreuses veines violacées ou lie de vin, inégalement imprégné de fer, dans lequel sont disséminés des fragments de limonite jaunâtre, friable, de grosseur variable.

J'ai recueilli dans ce banc de fort beaux exemplaires des espèces suivantes :

Ammonites angulatus, Schl.,
Littorina clathrata, Desh.,
Pleurotomaria cœpa, Desh.,
Pleurotomaria rotellæformis, Dunk.,
Cerithium Quinetteum, Piette,
Trochus sinistrorsus, Desh.

On y remarque quelques rares Gryphées, que je n'ai pu obtenir entières, mais qui paraissent être, déjà, la *G. arcuata*.

Malgré la présence de ces Gryphées, la couche 8 ne saurait être rapportée au *Lias inférieur*, désigné souvent sous le nom de *Calcaire à Gryphées arquées;* elle appartient à la zone à *Ammonites angulatus*, dont elle contient les fossiles les plus caractéristiques (1).

Couche 9 : minerai de fer. MM. Ollier et Poisot ont fourni sur le minerai de Mazenay des renseignements que l'on trouvera plus loin.

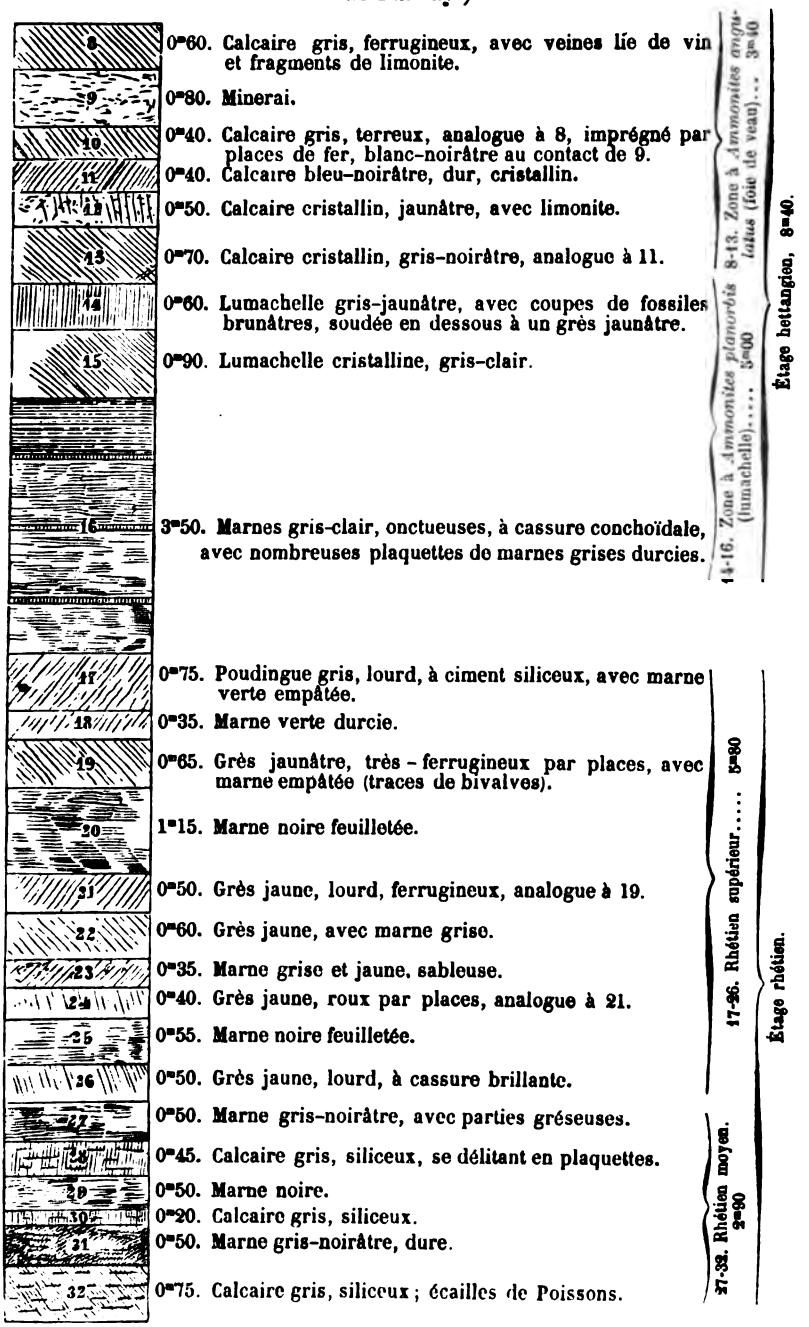
Son épaisseur, très-variable, est de 0m80 à Parnay, de 2m70 au puits Saint-Charles. Il serait intéressant de rechercher si ce minerai, localisé dans la région très-faillée de Mazenay et de Chalencey, et que l'on voit, à mesure que l'on s'en éloigne, se réduire à une mince couche, puis faire place au faciès normal du *foie de veau*, ne serait pas en relation directe avec les failles et n'aurait pas sa plus grande épaisseur dans leur voisinage immédiat.

J'ai observé dans le minerai du puits Saint-Charles quelques rares grains de quartz hyalin. L'abondance de grains semblables a fait don-

(1) Cette couche a été à tort attribuée au calcaire à Gryphées arquées par M. Évrard dans sa notice sur *Le plateau de Thostes et ses mines*.

Fig 2. *Étages hettangien et rhétien de Mazenay.*

(Pour les couches plus élevées, voir ci-dessus la coupe de la carrière de Parnay.)



ner, dans les environs de Lyon, le nom de *calcaires à grains de quartz* aux calcaires de la zone à *Ammonites angulatus*.

Quelquefois peu fossilifère, le minerai l'est davantage au puits Saint-Charles et surtout dans les déblais d'un puits abandonné situé sur la route et très-près de Nolay.

Ainsi que je l'ai fait connaître en 1865 (1), le minerai de Mazenay appartient, comme la couche 8, à la zone à *Ammonites angulatus*.

Son niveau est plus élevé que celui du minerai de Thostes; cependant il contient quelques fossiles que l'on trouve habituellement dans la zone à *A. planorbis*.

Ses principaux fossiles sont :

Ammonites angulatus, Schl.,
— *liasicus*, d'Orb.,
Turritella Deshayesea, Terq.,
Littorina clathrata, Desh.,
Chemnitzia Vesta, d'Orb.,
Cerithium Quinetteum, Piette,
Pleurotomaria cœpa, Desh.,
— *rotellæformis*, Dunk.,
Cardinia concinna, Ag.,
Astarte Gueuxi, d'Orb.,
Plicatula Crucis, Dum.,
— *Hettangiensis*, Terq.,
Harpax spinosus, Sow.,
Pecten Valoniensis, Defr.,
Ostrea Hisingeri, Nilsson,
Terebratula perforata, Piette,
Pentacrinus angulatus, Opp.,
Astrocœnia Sinemuriensis, From.
Thecosmilia Martini, From.,
Montlivaultia Sinemuriensis, d'Orb.

Couches **10, 11, 12** et **13**. La couche 10, grisâtre, avec veines de couleur lie de vin, inégalement imprégnée de fer, a beaucoup d'analogie avec la couche 8. L'action minéralisatrice paraît avoir commencé dans la couche 12, où l'on observe quelques grains de limonite.

Entre Couches-les-Mines et Drevin, à Montpatey et La Croix-Valot, on rencontre sous la couche 7, qui affleure à la surface du sol, 3 mètres environ de calcaires grisâtres, avec argiles et grès subordonnés, portant, à leur surface, de nombreux Gastéropodes et des *Montlivaultia Sinemuriensis*. C'est la zone à *Ammonites angulatus* sans pénétration ferrugineuse, présentant à sa partie supérieure les caractères du *foie de veau*.

En se rapprochant des anciennes mines de Chalencey, au hameau appelé *La Montagne* de Couches, les mêmes assises se colorent en rouge et passent peu à peu au minerai.

Couches **14** et **15**. Ces couches sont intéressantes à noter.

Entre La Croix-Valot et Drevin, la lumachelle correspondant au n° 14 contient en abondance : *Cypricardia porrecta*, Dum., *Corbula Ludovicæ*, Terq., *Mytilus psilonoti*, Quenst., *Ostrea Hisingeri*, Nils.

(1) *Bull. Soc géol.*, 2e sér., t. XXII, p. 545.

A cette lumachelle, comme au n° 14 de la coupe, est soudé un grès roux, contenant aussi *Mytilus psilonoti* et *Ostrea Hisingeri*.

Ce grès est facile à confondre avec le grès rhétien des mêmes localités, dont l'aspect est à peu près identique et qui renferme également ces deux fossiles.

Couche **16.** Ces marnes grises, dans lesquelles de nombreuses plaquettes de marnes durcies sont intercalées, forment un horizon très-constant, que l'on retrouve identique autour de Drevin et d'Antully. Un mince cordon de lumachelle intercalé dans ce massif est couvert de petits fossiles peu déterminables.

Il est regrettable que la Société géologique n'ait pas eu le temps d'étudier dans le bassin d'Autun, à 6 kilomètres de cette ville, à Gueunan, un intéressant lambeau de terrain jurassique inférieur, adossé au massif de gneiss et de granulites de Montjeu (1). Une faille met en contact l'Infrà-lias et le Lias inférieur, exploités dans deux carrières juxtaposées. Celle qui a été ouverte dans l'Infrà-lias est malheureusement abandonnée et presque comblée. On y voyait de haut en bas :

1m50 de calcaires blanchâtres, en rognons disséminés dans de la marne blanchâtre;
5 à 6 mètres de calcaires argileux, grisâtres, en bancs minces, très-réguliers, exploités pour faire de la chaux, et vers le milieu desquels on distinguait deux bancs de lumachelle séparés par un lit de minerai de fer mince et irrégulier.

Ces calcaires grisâtres ont beaucoup d'analogie avec les 3m50 de marnes grises et de plaquettes de marnes durcies qui constituent la couche 16.

On peut faire à Gueunan une riche récolte de fossiles. J'y ai recueilli les espèces suivantes :

Ammonites angulatus, Schl..
— *Hagenowi*, Dunk.,
Littorina clathrata, Desh.,
Chemnitzia Deshayesea, Terq. (très-commune),
Cypricardia porrecta, Dum. (très-commune),
Corbula Ludovicæ, Terq. (très-commune),
Pholadomya prima, Quenst. (très-commune),
Lucina circularis, Stopp.,
Goniomya ? Gammalensis, Dum.,
Lima nodulosa, Terq.,
— *Valoniensis*, Defr.,
Plicatula intusstriata, Emm.,
Avicula infraliasina, Martin,
Pecten Pollux, d'Orb.,
— *Thiollierei*, Martin,
Mytilus psilonoti, Quenst.,
Ostrea Hisingeri, Nilsson (*O. sublamellosa*, Dunk.),
Diademopsis serialis, Desor.
Etc., etc.

(1) Le bassin d'Autun contient un second témoin jurassique : la colline de Curgy, où l'on voit le Lias moyen inférieur, très-fossilifère, le Lias inférieur, l'Infrà-lias, etc.

Les espèces de la zone à *Ammonites planorbis* sont plus nombreuses dans cette localité que celles habituelles à la zone à *A. angulatus*. Comme les fossiles ne sont guère récoltés que dans les déblais de la carrière exfoliés par suite d'une longue exposition aux agents atmosphériques, j'ignore s'il y a possibilité de distinguer à Gueunan les deux zones précitées. J'ai recueilli l'un de mes exemplaires d'*A. angulatus* dans un rognon de la partie supérieure; mais d'autres échantillons de cette Ammonite paraissaient provenir des mêmes lits que les *Cypricardia porrecta* et autres fossiles de la zone à *Ammonites planorbis*. Je serais disposé à admettre que les deux zones de l'Infrà-lias se confondent à Gueunan.

Étage rhétien supérieur et moyen.
(Zone à *Avicula contorta*).
(Couches 17 à 32).

J'ai distingué dans l'étage rhétien des environs de Couches-les-Mines (1) :

A la partie supérieure et sur 3 mètres environ, des marnes versicolores, un lit d'arkose ou de grès grossier à éléments granitiques, rempli de dents de Poissons (Bone-bed), des calcaires cloisonnés et des calcaires d'un brun-foncé, remarquablement lourds, siliceux et ferrugineux. On y trouve en abondance *Avicula contorta, Gervillia præcursor,* etc.; les lits supérieurs sont couverts de petites coquilles bivalves voisines des Cardinies *(Pellatia)*;

A la partie moyenne, sur 2 mètres environ, plusieurs alternances de marnes noirâtres et de calcaires grisâtres, très-siliceux, donnant une bonne chaux hydraulique, contenant beaucoup d'ossements de Sauriens, *Avicula contorta, Myophoria inflata, Gervillia præcursor,* etc., et de nombreuses petites dents de Poissons, surtout dans un mince lit de grès grossier soudé à l'un des bancs;

A la base, des grès roux ou blanchâtres (grès du Lias des anciens auteurs), riches en végétaux *(Clathropteris platyphylla,* Brongn., etc.) et en mollusques *(Avicula contorta, Anatina præcursor, Mytilus minutus* et autres Mytiles, etc.). A la partie supérieure de ces grès, on rencontre un grès grossier, à dents de Poissons (Bone-bed).

Les couches 17 à 26 de la coupe de Mazenay correspondent à ma division supérieure de l'étage rhétien. Les couches 17 et 18 rappellent les marnes versicolores, surtout verdâtres (fausses marnes irisées), que j'ai signalées au haut de l'étage. Les grès calcarifères, ferrugineux, lourds, jaunâtres, alternant avec des marnes noirâtres

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXII, p. 545.

(19 à 26), sont l'équivalent des calcaires roux cloisonnés et des calcaires siliceux d'un brun foncé, inférieurs aux marnes versicolores. Un échantillon de la couche 19 contient la petite bivalve caractéristique de ces calcaires *(Pellatia)*. La silice est en proportion plus considérable que dans les calcaires siliceux et ferrugineux des environs de Couches-les-Mines, et nous avons à Mazenay une roche intermédiaire entre ces calcaires et les grès rhétiens, roux, très-ferrugineux, qui surmontent à Chalindrey (Haute-Marne) les grès blancs à empreintes de vagues et à *Siphonites Heberti*, Sap.

Plusieurs des coupes relevées dans l'Auxois par MM. Collenot et J. Martin montrent que la composition de l'étage rhétien est très-variable. Celle de Mémont (1) indique des grès roussâtres à la partie supérieure de l'étage.

Les couches 27 à 32 sont identiques avec celles qui constituent ma division moyenne dans les environs d'Antully. La couche 28 montre plusieurs minces lits gréseux, comme celle qui lui correspond dans cette localité.

Ces calcaires siliceux sont analogues aux calcaires également siliceux de l'étage rhétien de l'Auxois, exploités pour la fabrication du ciment à Pouilly. On les a utilisés pour le même usage dans les environs de Couches-les-Mines.

La galerie dont la coupe vient d'être interprétée n'a pas atteint la partie inférieure de l'étage rhétien (les grès à *Avicula contorta)*; mais la Société a vu ces grès affleurer au-dessus de la plâtrière de Mazenay.

COUPE de la MONTAGNE de ROME-CHATEAU

(Pl. XXI, fig. 1).

La coupe figurée sur la planche XXI (fig. 1) est la réduction de l'une de celles qui ont été dressées par M. l'Ingénieur Poisot pour montrer les affleurements du minerai de fer et son épaisseur relative dans la région de Mazenay. Je n'ai eu qu'à introduire dans cette coupe l'indication des divers étages et sous-étages.

Gneiss. Le gneiss rouge (G*n*) affleure dans de profondes dépressions entre Saint-Sernin et Couches-les-Mines.

Arkoses. Sur la route de Couches à Mazenay, et en montant à Saint-Sernin, on voit bien le contact des arkoses (A) et du gneiss. Ces arkoses sont friables, un peu micacées, grisâtres; le feldspath est décoloré. C'est bien l'arène granitique à peine cimentée. Les couches

(1) Collenot, *Descr. géol. Auxois*, p. 131.

supérieures, avec argiles vertes et calcaires cloisonnés, peuvent y être étudiées dans des conditions faciles.

Marnes irisées. La plâtrière de Mazenay a montré à la Société le gypse et les marnes irisées (M*i*).

Rhétien et **Hettanglen.** Nous venons d'examiner la composition de l'étage rhétien (R) et celle de l'étage hettangien (H), à la partie supérieure duquel appartient le minerai de fer, qui est séparé du Lias inférieur par un banc contenant l'*Ammonites angulatus*.

La coupe nous montre le minerai affleurant à Mazenay même. Plusieurs galeries ont leur entrée dans la longue rue du village. Un trait plus ou moins large, au-dessus d'un espace blanc réservé à l'étage hettangien, indique l'épaisseur relative du minerai, épaisseur très-variable (le *foie de veau*, faciès normal de la partie supérieure de l'Infrà-lias, remplaçant très-brusquement le minerai, comme je l'ai dit plus haut).

Lias inférieur. Plusieurs carrières de Lias inférieur (L*i*) sont exploitées à Mazenay et même sur le plateau de Saint-Sernin.

Lias moyen : *zone inférieure.* C'est sur le plateau de Saint-Sernin, au commencement de la pente qui monte à Rome-Château, que l'on voit le mieux, sur 5 mètres environ d'épaisseur (1), les calcaires marneux, jaunâtres et grisâtres, de la base du Lias moyen (zone du *Belemnites clavatus*).

Entre Mazenay et le puits Saint-Charles, à Créot, j'ai fait arrêter le train si obligeamment mis à notre disposition par M. Schneider, devant une petite carrière où, par une pluie battante, quelques intrépides chercheurs ont pu récolter à profusion *Belemnites clavatus*, *B. paxillosus* et les nombreuses autres Bélemnites figurées par M. Dumortier (2). Entrecroisées dans tous les sens, elles justifient le nom de *calcaires à Bélemnites* que ces couches ont reçu. On trouve à ce niveau, à Créot : *Nautilus Araris*, Dum., très-commun et très-caractéristique (une curieuse représentation de cette espèce figure sur la façade de l'église Saint-Jean, à Lyon), *Ammonites Davœi*, Sow., très-commun, *A. Henleyi*, Sow., *A. capricornus*, Schl. (*A. planicosta*, *Paléont. française*, pl. LXV), *A. fimbriatus*, Sow., *Avicula calva*, Schlœnbach, *Terebratula numismalis*, Lam., etc.

On trouvera la description complète de la faune de ce sous-étage, aussi bien que de celle des autres étages et sous-étages du Lias, dans

(1) La montagne de Rome-Château étant cultivée jusqu'au Calcaire à entroques, il est impossible d'y relever une coupe très-détaillée et d'assigner à chaque étage ou sous-étage son épaisseur exacte. Les épaisseurs ne sont donc indiquées que très-approximativement.

(2) *Études paléont. sur les dép. jur. du bass. Rhône*, 3e partie : *Lias moyen.*

les *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône* de notre regretté confrère, M. Dumortier.

Lias moyen : *zone moyenne.* A peu de distance de la gare de Mazenay, lorsque nous avons traversé la voie pour commencer l'ascension de la montagne de Rome-Château, une des fouilles ménagées sur notre route par les soins de MM. Ollier et Poisot nous a montré la base des marnes micacées (partie moyenne du Lias moyen) (L *m m*). Ce massif est identique avec celui décrit sous le nom de marnes micacées par M. Collenot, dans son excellente *Description géologique de l'Auxois.* Sur 70 mètres environ d'épaisseur, les fouilles précitées nous ont permis d'examiner ces marnes schisteuses, grisâtres, avec noyaux durcis, calcaréo-marneux.

Je n'ai pas rencontré de fossiles à ce niveau, qui correspond aux marnes à *Tisoa siphonalis* de M. Dumortier, également grisâtres, homogènes, légèrement micacées, et dont l'épaisseur est quelquefois de plus de 80 mètres dans le bassin du Rhône. C'est vers la partie supérieure des marnes à *Tisoa siphonalis,* à 10 mètres environ sous le calcaire à *Gryphæa gigantea,* que M. Dumortier a signalé, dans différentes localités, la couche à *Lingula Voltzi.*

Lias moyen : *zone supérieure.* Les calcaires lourds, bleuâtres, ferrugineux par places et contenant quelquefois du fer à l'état de grosses oolithes, qui forment la division supérieure du Lias moyen (L *m s*) paraissent avoir à Rome-Château une épaisseur de 10 mètres environ.

Je n'ai qu'à renvoyer à la description très-exacte que M. Collenot a donnée du niveau correspondant dans l'Auxois.

Comme sur plusieurs autres points du bassin du Rhône, les calcaires à *Gryphæa gigantea* passent vers le haut à une lumachelle brunâtre. Il est rare qu'un bloc ne présente pas des exemplaires plus ou moins complets des deux grands fossiles les plus caractéristiques de l'assise : le *Pecten æquivalvis* et la *Gryphæa gigantea.*

On trouve aussi à Rome-Château : *Cidaris amalthei*, Quenst., *Rhynchonella furcillata,* Théod., *Ostrea sportella,* Dum., *Avicula cycnipes,* Phill., *Ammonites spinatus*, Brug., *Belemnites compressus,* Stahl, *B. paxillosus,* Schl.

Lias supérieur. Le Lias supérieur (L *s*), dont l'épaisseur peut être évaluée à 30 ou 40 mètres approximativement, n'offre pas non plus à Rome-Château de coupes permettant de l'étudier en détail.

A sa base, les champs sont remplis de dalles de calcaires fissiles, gris-jaunâtres, que j'ai signalés en 1861 (1) comme m'ayant fourni de

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XVIII, p. 376.

fort belles empreintes de Poissons, et comme correspondant aux schistes de Boll, au *Posidonomyen-schiefer* des Allemands.

Ces Poissons ont été figurés par M. Sauvage sous les noms de *Leptolepis constrictus*, Egerton, et de *L. affinis*, Sauvg. (2).

J'ai recueilli aussi à ce niveau :

Une dent de Saurien, rapportée par M. Sauvage, avec doute, au genre *Simosaurus ;*
Aptychus elasma, von Meyer, très-commun, figuré par M. Dumortier ;
Ammonites serpentinus, Rein. (la dernière loge d'une Ammonite de cette espèce contenait un exemplaire de l'*Aptychus* précité) ;
A. bifrons, Brug.;
A. anguinus, Rein. (*A. annulatus*, Quenst.) ;
Astarte Voltzi, Hœn.;
Posidonomya Bronni, Voltz ;
Avicula decussata, Goldf.;
Inoceramus cinctus, Goldf., très-commun ;
Discina papyracea, Goldf. (petite coquille à contour circulaire et à sommet peu renflé, excessivement commune).

On y rencontre de nombreux fragments de bois indiquant la proximité des côtes, comme les Libellules trouvées au même niveau à Cheltenham en Angleterre.

Ces calcaires fissiles jaunâtres de Rome-Château, que je ne saurais trop recommander aux amateurs de curieux fossiles, sont identiques, minéralogiquement et quant à leur faune, avec ceux de Custine (Meurthe). MM. Hermite et Roubalet, de Nancy, ont recueilli dans cette dernière localité des fossiles que l'on pourrait confondre avec ceux de Rome-Château.

La même assise a été signalée par M. Fabre dans la Lozère. Les bancs A, B et C de la coupe de Chassagne (Auxois) lui correspondent, ainsi que la célèbre *couche à miches* du Lias supérieur de Normandie.

C'est donc un niveau parfaitement constant en Angleterre, en Normandie, en Allemagne, en Lorraine, en Bourgogne et jusque dans la Lozère.

Les 15 à 20 mètres supérieurs laissent voir, quand la charrue a suffisamment entamé le sol, et au milieu des éboulis du Calcaire à entroques, les marnes grisâtres du Lias supérieur, avec *Belemnites tripartitus, Ammonites crassus, A. bicarinatus, Turbo subduplicatus, Pecten pumilus, Nucula Hausmanni, Leda rostralis, Thecocyathus mactra*, etc.

(2) Sauvage, *Étude sur les Poissons du Lias supérieur de la Lozère et de la Bourgogne;* 1875.

Voir aussi : *Lettre de M. Sauvage sur les débris de Vertébrés du Lias supérieur de Rome-Château, in* Dumortier, *Études pal. sur les dépôts jur. du bass. du Rhône*, 4e partie, p. 27; 1874.

Oolithe inférieure. Le Calcaire à entroques (Oi), qui forme le pittoresque escarpement du haut de la montagne de Rome-Château et sur lequel nous attendait la belle réception que nous offrait M. Schneider, ne se présente pas dans de bonnes conditions d'étude. On peut évaluer son épaisseur à 25 ou 30 mètres.

ENVIRONS de NOLAY (Côte-d'Or).

Lias inférieur de la Gare de Nolay.

Arrivée très-tard à Nolay, la Société n'a pu que jeter un rapide coup d'œil sur les carrières de la gare, dans lesquelles M. Rémond, pharmacien, a bien voulu nous guider et a procuré à plusieurs membres de la réunion de beaux exemplaires d'*Ammonites oxynotus*.

La description des carrières de la gare de Nolay ferait double emploi avec celle des carrières de Borgy. Je me bornerai à y citer la succession suivante :

Lias moyen, partie inférieure : zone à *Belemnites clavatus*.	Calcaires marneux jaunâtres, à *Belemnites clavatus* (la base seulement de ces calcaires). Calcaires roux, à cassure spathique, se divisant en plaquettes, avec nombreuses *Rhynchonella variabilis*, *Ammonites armatus* et Bélemnites.
Sinémurien supérieur: zone à *Ammonites oxynotus*.	Calcaire roux, terreux et marnes brunes, avec *Ammonites planicosta*. Calcaires roux et grisâtres, remplis d'*A. oxynotus*.

Les carriers exploitent sous les couches ci-dessus vingt-cinq bancs, de 0m15 à 0m20 en moyenne, séparés par des marnes noirâtres.

Un sondage a atteint, d'après un maître-carrier, à 18 mètres de profondeur, le minerai de fer de l'Infrà-lias.

Calcaire à entroques de Cirey, près Nolay.

La jolie petite ville de Nolay est adossée à une montagne couronnée, comme celle de Romè-Château, par le *Calcaire à entroques*.

A 8 kilomètres à l'ouest de Nolay, une carrière a entamé ce calcaire, en 1869, sur une hauteur de 30 mètres.

Je n'ai pas eu le temps de chercher à la base le feuillet marneux à *Cancellophycus scoparius* cité par M. J. Martin dans la coupe de Santenay ; mais j'ai observé dans un endroit où malheureusement la coupe n'était pas nette, 0m50 de marne rouge-brique, très-ferrugineuse, avec nodules de calcaire blanchâtre, contenant *Pholadomya fidicula*, *Lyonsia abducta* et une Cypricarde qui se retrouve à Marba-

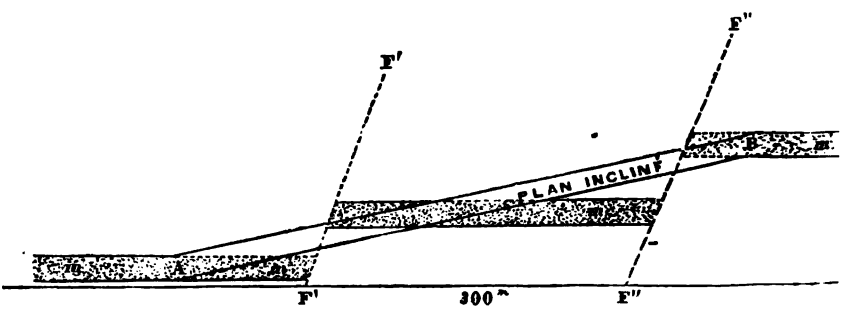
che, près de Nancy, dans la zone à *Ammonites Murchisonæ*, à la limite du Lias supérieur et de l'Oolithe inférieure. Cette marne ferrugineuse serait donc un équivalent rudimentaire soit de la zone à *A. Murchisonæ* de Marbache, soit du minerai de fer à *A. primordialis* de la partie supérieure du Lias supérieur.

Les lits marneux intercalés dans le Calcaire à entroques sont remplis à Cirey de *Pecten articulatus, Ostrea subcrenata, Cidaris spinulosa, C. cucumifera (C. Courtaudina,* Cott.), *C. Charmassei, C. Collenoti, Pentacrinus Bajocensis,* etc.

Renseignements sur les **Mines** *de* **Mazenay** *fournis par l'Administration des Mines et résumés* par M. L. **Didelot.**

Les couches qui comprennent le minerai de fer de Mazenay sont sillonnées en divers sens par des failles nombreuses ; mais, tandis que cet accident géologique est ordinairement accompagné de contournements de couches ou, tout au moins, d'une inflexion de la lèvre la plus affaissée, à Mazenay, au contraire, et dans tous les points où les galeries, en traversant ces failles, ont permis de les étudier minutieusement, les rejets ont une extrême netteté. Les plans de faille sont inclinés de 60 à 85 degrés, et les assises conservent sur chaque lèvre leur horizontalité primitive. Ce fait ayant frappé la Société, M. Jutier a prié MM. Ollier et Poisot de vouloir bien relever la coupe du plan incliné n° 2 du puits Saint-Charles (fig. 1).

Fig. 1. *Coupe du plan incliné n° 2 du puits Saint-Charles.*



A, pied du plan incliné, à 301m d'altitude.
B, tête du plan incliné, à 315m90 d'altitude.
F', F'', failles.
m, minerai formant une couche de 2m70 de puissance.

Le puits Saint-Charles, de la concession de Change, qui exploite la plus belle partie de la couche ferrugineuse, a une profondeur de 37 mètres. Il est desservi par une machine à vapeur de 40 chevaux, avec parachûte, évite-molettes, etc. Cette installation pourrait suffire à une production de 100 tonnes à l'heure. La Société a pu se rendre compte par elle-même de l'importance des travaux ; elle les a visités sous la conduite de M. Ollier, Directeur des houillères de Montchanin, et de M. Poisot, Directeur des mines de Mazenay, à l'extrême obligeance desquels elle doit des renseignements aussi intéressants que précis sur l'exploitation de Mazenay et de Change.

Les galeries du puits Saint-Charles sont venues plusieurs fois se heurter contre les failles dont nous venons de parler. Cette difficulté a été vaincue par l'emploi des plans inclinés à double voie ferrée.

Celui que la Société a visité a son pied à 301 mètres au-dessus du niveau de la mer ; sa longueur est de 79 mètres, et sa tête atteint la cote 315^{m}90. Il traverse deux petites failles parallèles, distantes de 39^{m}50 et inclinées de 70 degrés sur l'horizon. Les rejets, très-nets, conservent aux couches leur horizontalité. Le toit est formé par un banc qui appartient, suivant M. Pellat, à la zone à *Ammonites angulatus*. La couche ferrugineuse a une puissance de 2^{m}70. La première faille y produit une dénivellation de 6^{m}70 ; la seconde, une de 8^{m}20 ; l'ensemble de ces dénivellations, soit 14^{m}90, est franchi par le plan incliné.

Les mines de Mazenay et de Change ont produit en seize années, depuis le 1er janvier 1860, 2,848,560 tonnes de minerai. On voit que ce gisement métallifère a une importance de premier ordre.

La richesse du minerai est en rapport avec son abondance : la composition moyenne de la roche, desséchée à l'étuve à 100 degrés, est la suivante :

Perte au feu	19,85	
Silice	11,08	
Alumine	7,11	
Oxyde de manganèse	0,28	
Oxyde de fer	41,24	(fer, 28,95)
Chaux	18,94	
Magnésie	0,50	
Acide phosphorique	0,80	(phosphore, 0,35)
Acide sulfurique	0,20	
	100,00	

Ce minerai renferme, selon les saisons, de 5 à 8 °/₀ d'eau de carrière, ce qui réduit le rendement pratique au fourneau à 27 °/₀.

A Saint-Charles, le minerai est plus riche et le rendement sur mine sèche atteint 30,90 °/₀, soit environ 28,5 °/₀ au fourneau.

Les divers minerais ferrugineux de la France contiennent des quantités très-variables de phosphore. Ainsi, si nous prenons le rapport du poids du phosphore au poids du fer métallique, nous le trouvons égal à 2 millièmes dans le minerai de Duravel, à 9 millièmes dans celui de Chaleix, à 5 millièmes dans les minerais oolithiques de Jussey (Haute-Saône), à 78 millièmes dans ceux de Calmoutier. Dans l'arrondissement de Bar-le-Duc, le minerai géodiquè donne pour valeur de ce même rapport 47 millièmes, et le minerai carbonaté 479 millièmes. Ces exemples suffisent pour montrer la grande variabilité du rapport en question.

Mais, s'il varie d'un gisement à l'autre, sans loi connue, il serait intéressant de le voir demeurer constant dans les diverses parties d'un même gisement, et c'est ce que M. Ollier pense avoir constaté dans l'exploitation de Mazenay et de Change. La teneur en phosphore y serait proportionnelle à celle en fer, de telle sorte qu'à mesure que les échantillons deviennent plus pauvres en fer et, par contre, plus riches en calcaire, la proportion de phosphore décroît régulièrement, malgré l'abondance croissante des fossiles. Il y aurait lieu de conclure de ce fait intéressant, que dans ce gisement le phosphore est en relation intime avec le fer, leur rapport se maintenant constant et voisin de 12 millièmes. Le phosphore n'y serait pas combiné avec la chaux, mais bien avec le fer, sous forme de phosphure, ou plutôt de phospho-carbonate. L'abondance du phosphore étant presque en raison inverse de celle des fossiles, son origine serait exclusivement minérale.

M. Gaudry fait la communication suivante :

Les **Reptiles** *des* **schistes bitumineux** *d'***Autun**,

par M. Albert **Gaudry**.

Pl. XXII.

Les schistes bitumineux des environs d'Autun, qui ont tant d'importance au point de vue industriel, méritent aussi l'intérêt des paléontologistes. Lorsqu'on examine attentivement leurs minces et innombrables feuillets, on y rencontre des débris organiques d'une surprenante finesse ; il est vraisemblable que, si un naturaliste entreprenait de les étudier à la loupe et au microscope, il y découvrirait des œufs, des embryons, des organismes délicats, et il s'initierait aux secrets intimes de la vie dans les anciennes époques. On y a déjà trouvé de très-belles empreintes de plantes, des Poissons entiers, tels que des *Palæoniscus*

et des *Amblypterus*, des aiguillons de *Pleuracanthus*, une multitude de coprolithes, dont quelques-uns ont une grandeur singulière, enfin deux genres de Reptiles : le *Protriton* et l'*Actinodon*. La découverte de ces derniers animaux est d'autant plus curieuse que, sauf l'*Aphelosaurus* du Permien de Lodève, dont on doit la connaissance à M. de Rouville et à M. Paul Gervais, ce sont les seuls Reptiles qui aient encore été signalés dans les terrains primaires de la France.

Le *Protriton* a été figuré l'année dernière dans le *Bulletin de la Société géologique* (1). Le premier individu de ce genre a été recueilli à Muse par M. Roche, Directeur des usines d'Igornay, et il a été envoyé à M. Loustau ; quelque temps après, M. François Delille, passant à Millery, obtint une plaque sur laquelle sept individus de *Protriton* étaient conservés. Ces pièces furent généreusement données au Muséum ; c'étaient alors des raretés ; mais aujourd'hui nous avons appris que le *Protriton* abondait dans les étangs où s'est formé le schiste bitumineux, car M. Durand, Directeur des usines de Millery, vient de nous en apporter de nombreux échantillons. Je n'ai noté aucune différence importante avec les sujets précédemment découverts ; seulement deux pièces indiquent des animaux d'une taille un peu plus grande.

L'*Actinodon* était un géant comparativement au *Protriton* ; il est probable qu'il faisait sa nourriture de ces petites bêtes ; ses dents nombreuses et aiguës annoncent un redoutable carnassier : il présente un type parfait de Ganocéphale, c'est-à-dire d'un animal propre aux anciens âges, tandis que le *Protriton* est voisin des Salamandres actuelles. Il a été découvert à Muse par M. le Pasteur Charles Frossard ; sa description a paru en 1867 dans les *Nouvelles Archives du Muséum ;* elle a été accompagnée d'une planche in-folio, représentant l'animal de grandeur naturelle (2). En visitant le Musée d'Autun, sous la direction de M. de Charmasse, j'ai remarqué une tête indiquée comme provenant du schiste bitumineux d'Igornay, qui me semble appartenir à la même espèce ; je dois dire pourtant que ses dents sont plus grosses et moins nombreuses que dans les échantillons de M. Frossard. Bien que cette pièce soit loin d'être aussi bien conservée, elle fournit quelques indications nouvelles. Ainsi les inter-maxillaires nous étaient inconnus ; dans la pièce du Musée, ils sont très-complets ; ils sont larges ; on y voit la base de toutes les incisives. Ces dents ont dû ressembler aux molaires; elles sont, de même, creuses dans le milieu. Le crâne du

(1) *Sur la découverte de Batraciens dans le terrain primaire, Bull.*, 3e sér., t. III, p. 299, pl. VII et VIII ; séance du 29 mars 1875.

(2) *Mémoire sur le Reptile découvert par M. Frossard à Muse (Saône-et-Loire), Nouv. Arch. Muséum d'Hist. nat.*, t. III, p. 22, pl. III ; 1867. — *Note sur l'*Actinodon Frossardi, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XXV, p. 576 ; séance du 16 mars 1868.

Musée d'Autun est moins écrasé que celui de la collection de M. Frossard : il est plat comme chez les Batraciens ; son épaisseur est de 0m017 sur 0m150 de large. Le vomer a deux grandes dents placées de chaque côté de son bord antérieur, ainsi que dans la pièce de M. Frossard; mais on n'y observe pas de même des petites dents en carde ; cela peut tenir à un mode différent de pétrification.

J'ai fait graver des figures réduites de l'*A. Frossardi ;* la lithographie qui en avait été donnée en 1867 avait été faite exactement d'après nature ; malgré toute l'habileté du dessinateur, M. Formant, les dislocations des os et la manière dont ils se recouvrent rendaient leur disposition assez difficile à comprendre. Dans les nouvelles figures, j'ai cru pouvoir me permettre de supprimer plusieurs morceaux, de rapprocher un peu les os de leur position naturelle, et même d'en restaurer légèrement quelques-uns, afin de rendre plus compréhensibles les caractères du singulier animal des schistes bitumineux ; j'ai ajouté les intermaxillaires d'après la pièce que je viens de voir dans le Musée d'Autun, et deux os des membres qui n'avaient pas été figurés dans le mémoire de 1867. Je me fais un plaisir de communiquer ces gravures à la Société géologique (Pl. XXII).

Il est inutile de présenter ici une nouvelle description de l'*Actinodon* et de redire en quoi il diffère de son parent l'*Archegosaurus*. Je rappelle seulement ici quelques points particulièrement intéressants chez un animal qui paraît être une des plus anciennes manifestations du type quadrupède.

Les os des membres n'ont point d'épiphyses ; par conséquent, ils n'ont pu exercer séparément que des fonctions peu étendues les uns sur les autres ; ils n'ont pas eu des mouvements d'abduction, d'adduction, d'extension, de flexion, etc., mais seulement des mouvements généraux ; c'est une marque d'infériorité : il y a là un état intermédiaire entre le poisson qui nage et le quadrupède qui marche.

Les os de la tête sont très-bien développés et pourtant il ne semble pas qu'il y eût de vertèbre occipitale, du moins le basilaire, qui est le centrum de la vertèbre occipitale, n'a pas été trouvé. Quant aux vertèbres du tronc, leurs centrum sont réduits à leur plus simple expression, ainsi qu'on le voit en *ve.*, où j'ai fait représenter l'un d'eux. Ces os sont peut-être encore moins développés que dans l'*Archegosaurus ;* ils ont une forme tellement singulière qu'au premier abord on hésite à les reconnaître ; ils représentent la partie inférieure d'un centrum qui s'est ossifié. Comme je l'ai fait remarquer dans une note publiée récemment (1), un quadrupède qui a une pareille organisation ne réa-

(1) *Les êtres des temps primaires, Revue scientifique*, 2e sér., t. XIII, p. 993 ; 1874.

lise pas l'idée qu'on s'était faite de l'archétype des Vertébrés : la doctrine de l'archétype suppose que les Vertébrés ont été dérivés d'un animal essentiellement composé de vertèbres ; dans cette doctrine, la plupart des os de la tête et des membres sont regardés comme un épanouissement ou une dépendance des vertèbres. Puisque chez l'*Actinodon*, comme chez l'*Archegosaurus*, les membres et les os de la tête ont eu leur développement avant les vertèbres, on ne peut pas prétendre qu'ils en procèdent. De même que les premiers Poissons, les premiers Reptiles me semblent devoir être issus d'Invertébrés plutôt que d'un prétendu archétype des Vertébrés.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXII.

Les figures sont aux 2/5 de la grandeur naturelle ; l'animal est vu sur le ventre.

Les os de la face inférieure de la tête sont en partie brisés, de sorte qu'on aperçoit les orbites et le dessous des os de la paroi supérieure : *par.*, pariétal, avec un trou vers le milieu ; *mas.*, mastoïde ; *tym.*, tympanique ; *s. sq.* sur-squameux ; *sq.*, squameux (temporal) ; *sph.*, portion du sphénoïde ; *pt.*, portion du ptérygoïde ; *fr. p.*, frontal principal ; *vo.*, vomer avec des dents en carde et deux dents pointues de chaque côté de la partie antérieure ; *j.*, jugal ; *pal.*, palatin armé de dents, séparé du vomer par le trou palatin ; *m.*, maxillaire.

On a ajouté en avant du vomer les inter-maxillaires, d'après la pièce du Musée d'Autun. La mâchoire inférieure du côté gauche, *m. i.*, se présente sur sa face externe ; elle montre sa surface réticulée comme dans les Crocodiles ; elle est articulée avec le tympanique ; la mâchoire inférieure du côté droit est vue sur la face interne.

En arrière du crâne, sont placées les pièces pectorales caractéristiques des Ganocéphales et des Labyrinthodontes ; ces pièces sont très-intéressantes, parce que, tout en étant dans leur position naturelle, elles ne sont pas soudées, de sorte qu'on peut étudier leurs deux faces et se rendre compte de leur mode d'articulation : *ent.*, entosternum, qui est réticulé ; *ép.*, épisternum (clavicule), qui s'appuie sur l'entosternum ; *om.*, omoplate, dont le prolongement interne glisse sur le prolongement externe de l'épisternum ; *co.*, os plat que je suppose être le coracoïde ; il supporte l'omoplate.

Une partie du membre droit est en place : *a. b.*, os de l'avant-bras dépourvus d'épiphyse ; on ne voit pas de carpe, ce qui permet de supposer qu'il restait à l'état cartilagineux ; *m.*, les quatre métacarpiens ; *p.'*, les premières phalanges ; *p.''*, les secondes phalanges ; *p.'''*, les troisièmes phalanges. Comme on le remarquera sur la planche III du mémoire de 1867, les os des doigts ont été dérangés, et je ne puis assurer que je les ai restaurés exactement tels qu'ils doivent être.

En arrière des pièces pectorales, j'ai placé une des vertèbres, *ve.* ; elle est vue, comme les os qui précèdent, sur la face ventrale ; c'est une base de centrum qui simule en petit la forme d'une selle de cheval.

En B et en C, j'ai fait dessiner des os qui n'étaient pas en place ; je suppose que B est un fémur et C une des deux pièces de la jambe ; ces os sont, ainsi que ceux du membre de devant, dépourvus d'épiphyses.

M. Delafond fait la communication suivante :

Note sur les terrains **porphyrique, houiller** *et* **permien** *de l'*Autunois,

par M. **Delafond.**

Pl. XX.

Dans l'excursion faite à Cussy, je me suis efforcé de démontrer à la Société géologique que quatre terrains différents constituaient dans cette région le massif montagneux du Morvan. Ce sont, par ordre d'ancienneté :

1° Les schistes et calcaires carbonifères ;

2° Le porphyre granitoïde ;

3° Le terrain porphyrique anthracifère (terrain houiller inférieur, roche verte des mineurs de l'Autunois, grès à anthracite de M. Gruner, porphyres noirs de MM. de Charmasse et Michel-Lévy);

4° Le porphyre quartzifère.

Une seule de ces formations n'a pas été admise sans discussion : c'est celle du porphyre granitoïde. Tout d'abord, en effet, à la montée de Cussy, l'existence d'une roche éruptive en filons ou dykes au milieu des schistes carbonifères a été contestée : sa ressemblance avec la roche verte avait fait penser à quelques géologues qu'il pouvait bien n'y avoir là que des lambeaux de cette roche disloqués par des failles. Plus tard, cependant, la présence d'une roche éruptive a été admise, mais alors on a contesté l'exactitude des noms que je lui avais attribués.

Quelques observations très-succinctes me paraissent devoir être présentées à ce sujet.

La ressemblance du porphyre granitoïde avec la roche verte est très-grande ; il peut donc y avoir dans certains cas quelque difficulté à distinguer ces deux formations.

C'est précisément cette grande analogie qui m'a fait admettre que la formation de la roche verte était due principalement à des éruptions du porphyre granitoïde qui se seraient continuées pendant le dépôt du terrain houiller inférieur.

A la montée de Cussy le porphyre granitoïde a d'ailleurs un aspect un peu différent de celui qu'il présente quand il forme des masses étendues. A Cussy il a englobé de nombreux fragments de schistes qui ont modifié sa texture, et il a métamorphisé les schistes encaissants sur quelques mètres de largeur, de sorte qu'il n'y a pas toujours de

passage brusque du schiste métamorphisé à la roche éruptive ; la présence de filons ou dykes est rendue ainsi moins apparente.

Au contraire, quand ce porphyre forme des amas étendus, il a le caractère d'une roche franchement éruptive.

Enfin, j'ai attribué à cette roche le nom de porphyre granitoïde, parce qu'elle m'a semblé analogue à celle que M. Gruner a désignée sous ce nom dans la Loire. Elle a surgi en effet dans le Morvan après le dépôt des schistes et calcaires carbonifères ; ses éruptions ont continué pendant le dépôt du terrain anthracifère et ont donné à ce terrain l'aspect porphyrique qu'il présente.

La roche que M. Gruner a appelée dans la Loire porphyre granitoïde est donc *du même âge* que celle que nous avons observée dans le Morvan. Elle est également de *nature acide*. Or il est généralement admis que deux roches de même âge et de même nature (acide ou basique) sont identiques. Tels sont les motifs pour lesquels j'ai appelé porphyre granitoïde la roche éruptive du Morvan dont l'apparition a suivi le dépôt des schistes carbonifères.

Bassin d'Autun.

Laissant de côté le massif montagneux du Morvan, je me contenterai de présenter quelques-uns des résultats les plus importants fournis par l'étude du bassin d'Autun.

Le bassin d'Autun a la forme d'une grande ellipse, de 31 kilomètres de longueur et de 12 kilomètres de largeur maximum. Sa superficie est, d'après M. Manès, de 25,000 hectares ; elle serait donc plus grande d'un tiers que celle des bassins réunis de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier. Mais sa production est minime par rapport à celle de la Loire ; cette circonstance tient à ce que le terrain houiller n'occupe pas à Autun, comme on l'avait admis jusqu'à présent, la totalité du bassin. La majeure partie de ce dernier renferme uniquement du terrain permien, par suite d'un phénomène de *transgressivité* que présentent les diverses assises des formations houillère et permienne. Ce fait important ressortira des développements suivants :

Terrain houiller. Le terrain houiller peut se subdiviser en deux sous-étages :

1° Le sous-étage houiller inférieur, composé d'une alternance de grès et de schistes et renfermant les couches de houille exploitées à Épinac. Sa puissance varie de 50 à 100 mètres environ. Tantôt la houille est à une faible distance de la roche verte (10 à 20 mètres), tantôt au contraire l'intervalle augmente et atteint 50 à 60 mètres.

Ce sous-étage n'affleure qu'à l'extrémité orientale du bassin.

2° Le sous-étage houiller moyen, composé de puissantes assises de grès et de poudingues, avec quelques rares bancs de schistes, et renfermant à sa partie supérieure deux petites couches de houille peu exploitables.

La puissance de ce sous-étage n'est pas connue, mais elle est considérable : au puits Hottinguer, en effet, on a traversé sur 620 mètres des alternances de grès et de poudingues appartenant au sous-étage moyen, avant d'arriver au sous-étage inférieur. Et cependant l'étage entier n'a pas été traversé, puisque ce puits n'a pas recoupé les couches de houille qui occupent la partie supérieure de la formation.

Terrain permien. Le terrain permien n'est représenté dans l'Autunois que par le sous-étage inférieur, comprenant des alternances de grès, de poudingues et de schistes, parmi lesquels abondent les schistes bitumineux.

Le Permien supérieur, qui correspond au Nouveau Grès rouge, n'existe que dans le bassin de Blanzy et du Creusot.

La puissance du Permien inférieur n'est pas connue dans l'Autunois ; elle est certainement très-grande ; car le sondage de Muse, qui n'a cependant traversé qu'une partie de cette formation, a atteint 410 mètres de profondeur.

Ce terrain est caractérisé par ses Poissons, ses Sauriens, ses Salamandres, ses empreintes végétales, ses schistes bitumineux, et principalement par la présence du calcaire magnésien. On trouve en effet à Igornay un banc régulier de calcaire magnésien, de 0m70 d'épaisseur, qui règne à 8 mètres au-dessus des couches exploitées dans cette concession.

La transgressivité des assises de ces divers terrains est mise en évidence par les faits suivants :

Au Grand-Moloy les couches de houille exploitées sont à une faible distance de la roche verte, et au puits Saint-Georges de cette concession elles reposent même directement sur ce terrain porphyrique. Les couches du Moloy occupent donc la partie inférieure du bassin, absolument comme les couches d'Épinac. Cette analogie de position a presque toujours fait considérer les premières comme identiques avec les secondes. Cependant cette assimilation est erronée, car à 100 mètres au-dessus des couches charbonneuses, le puits Saint-Georges du Moloy a rencontré les couches de schistes bitumineux autrefois exploitées dans la concession de Saint-Léger-du-Bois. Ces couches sont le prolongement de celles que l'on exploite à Igornay, et constituent comme elles la base de la formation permienne. Les couches du Moloy sont donc directement au-dessous du Permien et, par suite, à la partie supérieure du terrain houiller, tandis que celles d'Épinac en occupent la base.

A Igornay les couches de schistes bitumineux reposent presque directement sur la roche verte ; par conséquent, en ce point le terrain permien existe seul et le terrain houiller n'affleure pas.

A partir d'Igornay, sur toute la lisière nord du bassin, on ne trouve nulle part de terrain houiller, mais exclusivement du terrain permien.

De ces faits on peut déduire les conséquences suivantes :

Pendant le dépôt des terrains houiller et permien, le bassin d'Autun était soumis à des mouvements d'oscillation qui provoquaient un exhaussement du sol dans la partie orientale et un affaissement dans la partie occidentale, de telle sorte que les diverses assises se déposaient en retrait les unes sur les autres.

C'est ce phénomène que mettent en évidence la figure 9 de la planche XX, qui indique la lisière septentrionale du bassin d'Autun, et la figure 10, qui représente une coupe un peu hypothétique de ce bassin.

Ce fait offre, au point de vue pratique, une importance de premier ordre. Tous les explorateurs qui sont venus rechercher de la houille dans l'Autunois ont concentré en effet leurs efforts sur les bords du bassin, dans l'espérance d'y trouver le prolongement des riches gisements d'Épinac ; chaque fois qu'ils ont rencontré des couches charbonneuses voisines des roches porphyriques ou granitiques, ils ont cru avoir affaire aux couches d'Épinac et ils les ont explorées d'une manière souvent coûteuse. Malheureusement les résultats obtenus ont toujours été défavorables. Les considérations qui précèdent expliquent les échecs subis ; elles montrent que ces explorateurs étaient victimes d'une erreur géologique, parce que le terrain houiller inférieur ne forme nullement, comme il était naturel de le supposer, la ceinture du bassin d'Autun.

Gisement du pont de La Vesvre. Parmi les localités où on a cru trouver le prolongement des couches d'Épinac, la plus célèbre au point de vue géologique est incontestablement le pont de La Vesvre (Voir pl. XX, fig. 9).

Je m'occuperai donc uniquement de ce dernier gisement et laisserai de côté, pour ne pas m'étendre trop longuement, les autres développements auxquels peut donner lieu l'étude de l'Autunois.

Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Autun, en 1836, MM. Rozet et Jourdan visitèrent des travaux entrepris sur le gîte charbonneux de La Selle et crurent y trouver la preuve de l'intercalation du porphyre au milieu du terrain houiller (1).

MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, dans l'*Explication de la Carte géologique de la France*, adoptèrent cette manière de voir.

(1) *Bull.*, 1re sér., t. VII, p. 327.

« On voit, disent-ils (1), le porphyre euritique, qui forme la ceinture du » bassin d'Autun au nord et à l'ouest, pénétrer dans le terrain houiller » sur plusieurs points de sa lisière. On observe cette pénétration, d'une » manière prononcée, dans deux excavations ouvertes pour l'exploi- » tation de la houille sèche au pied de la montagne du Calvaire, près » le pont de La Vesvre, commune de La Selle. L'eurite qui forme la » montagne sur le flanc de laquelle le terrain houiller s'appuie, pé- » nètre dans la couche de houille. A son contact, la houille est deve- » nue sèche, brillante et un peu caverneuse ; le grès houiller s'est en- » durci, a pris une couleur brune foncée, et les parties feldspathiques » qu'il contient ont été comme frittées. »

En 1845, MM. de Charmasse et Landriot émirent l'avis que le fait de l'intercalation du porphyre dans le terrain houiller était inexact : les roches porphyriques signalées par MM. Rozet et Jourdan leur parurent être seulement des grès et des schistes houillers modifiés par la présence de la silice.

Je ne partage pas, au sujet du gisement de La Vesvre, les opinions indiquées ci-dessus, et je crois qu'il y a lieu de considérer cette couche charbonneuse comme faisant partie du terrain porphyrique anthracifère. Les raisons qui me paraissent de nature à motiver cette opinion sont les suivantes :

1° Sur toute la lisière nord du bassin d'Autun, et à l'ouest d'Igornay, on ne trouve nulle part de terrain houiller, mais exclusivement du terrain permien ; le terrain houiller n'affleure pas et ses limites souterraines sont inconnues, comme il a été expliqué plus haut. Comment admettre alors que des roches porphyriques aient pu, en surgissant à La Vesvre, soulever un lambeau de terrain houiller, puisque dans cette localité ce terrain ne s'est jamais déposé ? Cet argument suffirait à lui seul pour combattre l'hypothèse de l'existence du terrain houiller à La Vesvre ; mais on peut encore mettre en avant les arguments suivants.

2° La houille exploitée était anthraciteuse ; or nulle part dans l'Autunois on ne rencontre, ni dans le terrain houiller, ni dans le Permien, de combustibles anthraciteux.

3° Ce gisement s'aligne parfaitement avec ceux de même nature signalés déjà à Esnost, à Collonges et à La Chaume près Igornay (Pl. XX, fig. 9). A Esnost et à Collonges, quelques travaux exécutés autrefois ont dû être abandonnés à cause de la pauvreté du gîte et de la nature anthraciteuse du charbon. Or à Collonges et à Esnost le combustible m'a paru être très-nettement intercalé dans le terrain porphy-

(1) *Op. cit.*, t. I, p. 155.

rique anthracifère ; il est donc tout naturel de classer de la même manière l'anthracite du pont de La Vesvre.

4° Enfin cette manière de voir est confirmée pleinement par les résultats qu'a fournis un puits foncé pour recouper en profondeur les couches de La Vesvre. Ce puits a rencontré, jusqu'à la profondeur de 125 mètres, des alternances de schistes et de grès, puis des poudingues à gros éléments, qui constituent la lisière du bassin, et enfin, à 177 mètres, la roche verte. Les explorateurs arrêtèrent leurs recherches qu'ils regardèrent comme infructueuses ; ils auraient au contraire dû pénétrer dans la roche verte, et ils y auraient probablement trouvé le prolongement de la couche de La Vesvre. Il est vrai que ces recherches étaient motivées par l'assimilation qu'on avait faite entre le gîte de La Vesvre et celui d'Épinac, et qu'on ne les aurait nullement entreprises si on avait supposé qu'on avait affaire à une couche intercalée au milieu des terrains porphyriques et identique avec celles de Collonges et d'Esnost.

En résumé, je considère l'anthracite du pont de La Vesvre comme contemporaine du terrain porphyrique anthracifère et comme antérieure au terrain houiller de l'Autunois. Cette localité ne permet donc pas de constater l'existence de roches éruptives postérieures au terrain houiller.

A la suite de cette communication, M. Michel-Lévy présente les observations suivantes :

Réponse à la note de M. Delafond sur les terrains **porphyrique, houiller** *et* **permien** *de l'***Autunois,** *et Observations sur la* **Roche verte** *des environs de* **Cussy-en-Morvan,**

par M. **Michel-Lévy** (1).

Environs de Cussy.

La montée de Cussy nous a présenté trois espèces de roches bien distinctes :

1° Des *grès* et des *schistes* que l'examen microscopique montre principalement composés de petits grains de quartz arrondis ;

(1) Cette réponse, présentée sommairement à la séance du 28 août 1876, a été développée par l'auteur dans la séance du 5 mars 1877. Par décision de la commission du *Bulletin*, la communication faite à cette dernière séance par M. Michel-Lévy a été reportée au compte-rendu de la réunion extraordinaire, ainsi que la discussion qui l'a suivie.

2° De vrais filons minces de *granulite* et de *pegmatite* roses, chargées çà et là de mica blanc, d'un grain assez fin, mais incontestablement du type des roches granulitiques de la contrée;

3° Des dykes irréguliers et des enclaves d'une *roche porphyrique verte et rose*, à laquelle M. Delafond a donné dans sa coupe le nom de porphyre granitoïde, réservant celui de *roche verte* pour les formations à grain plus fin qui servent de salbandes au filon de fluorine exploité entre La Vesvre et La Petite-Verrière.

Granulite. Le premier fait, et le plus important, est la présence incontestable de filons de granulite à mica blanc, perçant les grès et les schistes de Cussy que l'on considère comme associés au Calcaire carbonifère de Faye. Ces filons de granulite sont donc du même âge que le porphyre granitoïde de M. Gruner; car, d'une part ils sont supérieurs au Calcaire carbonifère, et d'autre part nous verrons plus loin qu'ils ont été percés et disloqués par les éruptions de porphyre noir.

Nous possédions déjà différentes données sur l'âge géologique de la granulite : ainsi M. Arthur Phillips et d'autres géologues anglais sont d'accord pour considérer comme postérieurs aux couches carbonifères, les granites à mica blanc et les elvans porphyriques qui dans le Cornouailles accompagnent les filons d'étain. En Saxe, le gneiss rouge, que nous rattachons intimement à la série des granulites, englobe parfois des morceaux de grauwacke dévonienne, et même il paraît avoir disloqué certaines couches du Culm.

Les faits que nous venons de constater à Cussy confirment et généralisent les précédents exemples; non pas que nous considérions toutes les granulites comme venues subitement et tout d'une pièce à la même époque; mais enfin cette grande formation, jusqu'à présent méconnue ou négligée dans les cartes géologiques, et qui doit occuper en surface une étendue aussi considérable que les gneiss et les granites anciens, a prolongé ses éruptions jusqu'à l'époque du porphyre granitoïde de M. Gruner.

Dans une note précédente, nous avons cherché à montrer qu'il y avait lieu de distinguer différents types pétrographiques dans les porphyres granitoïdes de la Loire : celui de Saint-Just, qui passe aux roches intermédiaires et basiques du type des kersantons et des porphyres noirs; celui d'Urphé, qui se rattache aux porphyres quartzifères; enfin celui de Boën, qui nous paraissait voisin des granulites. L'examen microscopique a confirmé ce dernier rapprochement : à part l'absence du mica blanc et de la tourmaline, il n'y a pas de différence de structure, ni même de grosseur de grain, entre les porphyres granitoïdes de Boën et certaines granulites bien caractérisées; on y voit

les mêmes associations de granulite et de pegmatite graphique ; encore convient-il de remarquer que le mica blanc et la tourmaline, minéraux fréquents dans la granulite, ne s'y trouvent pas nécessairement et peuvent y manquer, notamment dans les filons minces et aux bords des massifs, en un mot dans les parties éventées de la roche.

Ces observations n'ont pas pour but de chercher à supprimer la dénomination si heureusement appliquée par M. Gruner à toute une classe de roches acides de la Loire, dont il a été le premier à déterminer l'âge et les principaux caractères; nous croyons que l'appellation de porphyre granitoïde s'appliquera toujours utilement à certains types porphyriques qui servent de passage entre les granulites et les porphyres noirs; ainsi, au sud de Blanot, aux environs de Château-Chinon (sommet au-dessus de Précy), affleurent certaines roches vertes, identiques avec les porphyres granitoïdes de Boën, et à peine modifiées par de petites veines de porphyre noir. Mais nous avons cru devoir insister de nouveau, en nous appuyant sur les faits si intéressants que la Société géologique de France a constatés aux environs de Cussy, sur la liaison intime qui existe pour nous entre certaines variétés des porphyres granitoïdes de la Loire et les granulites d'âge et de structure analogues.

Roches vertes et tufs porphyriques. Ce n'est pas seulement aux filons minces de granulite que M. Delafond a appliqué dans sa coupe la dénomination de porphyre granitoïde ; c'est encore à une roche porphyrique, verte et rose, d'aspect grenu, paraissant tantôt se fondre insensiblement avec les grès carbonifères qui l'encaissent, tantôt séparée d'eux par des failles bien visibles. La même roche affleure entre Cussy et Montloiron ; au premier abord, elle semble également percée par de petits filons de granulite et de pegmatite; mais il est facile de voir, même à l'œil nu, que ces filons, intacts et prolongés dans les grès, sont disloqués et fragmentaires dans la roche verte, à laquelle ils passent par gradations insensibles. On trouve entre Cussy et Montloiron des variétés à grain fin, qui ressemblent aux roches porphyriques auxquelles M. Delafond a réservé le nom de roche verte; on peut même y recueillir par places des échantillons d'une roche compacte, entièrement verte ou noire, dont l'analogie avec les porphyres noirs éruptifs ne peut être contestée.

Ces différentes variétés, associées les unes aux autres dans tout le Morvan, y constituent une classe de roches porphyriques jusqu'à présent mal définies, quoique très-importantes par leur masse. — Nous nous occuperons d'abord des roches vertes à gros grain de la montée de Cussy. Elles ont leurs similaires en grandes masses au sud de Blanot,

vers la ferme de La Coprie et jusqu'au droit des lydiennes et des schistes du col de Villiers.

L'examen microscopique y décèle des débris de grès et de granulite recoupés et cimentés par de petites veinules contenant principalement du pyroxène et de l'amphibole. Ainsi on a affaire à des roches semi-clastiques, semi-éruptives, auxquelles la dénomination de tufs peut s'appliquer; du reste l'étude des plaques minces des granulites et des grès schisteux de la montée de Cussy confirme cette observation; on y découvre en effet au microscope, dans les parties les moins disloquées, de petits filons minces de pyroxène et d'amphibole.

L'examen à l'œil nu d'un grand nombre de roches vertes nous avait fait pressentir ce résultat : les débris feldspathiques souvent rosés y paraissent arrachés à diverses formations antérieures, parmi lesquelles la granulite domine; au milieu de ces débris serpentent de petits filets minces d'une substance verdâtre, qui donnent par places à l'ensemble une apparence rubanée. Le plus souvent ces petits filets sont d'une extrême ténuité; parfois cependant leur tendance à la dissémination n'exclut pas quelques veines plus épaisses, qui jouent alors le rôle de véritables filons. Le plus bel exemple de ce dernier cas nous a été fourni par une carrière pour empierrement, située sur le chemin de Charrecey à Châtel-Moron (Saône-et-Loire), en face du hameau des Grands-Veaux, et que M. Drouot signale comme ouverte dans le porphyre. On y voit une roche verte compacte, en gros et petits filons, disloquant d'une façon extraordinaire le gneiss rouge au milieu duquel elle a fait éruption dans une direction moyenne N. 92° E.

Nos études sur la composition minéralogique et les détails de structure des différentes roches vertes du Morvan sont loin d'être terminées, et nous espérons présenter plus tard à la Société un tableau plus complet de cette formation. Mais dès à présent nous devons signaler que les tufs à grain plus fin, du type de la roche qui encaisse le filon de fluorine à La Petite-Verrière, ne diffèrent des précédents que par la moins grande abondance de l'élément clastique et par la prédominance de l'élément éruptif du type intermédiaire; ils sont très-développés près d'Épinac et de Saint-Honoré, notamment aux environs de Villapourçon, et les *grès porphyriques anthracifères* des environs de Regny (Loire) en font partie.

Porphyres noirs éruptifs. Enfin les porphyres noirs éruptifs francs sont également très-développés dans le Morvan. Nous avons déjà signalé, dans des notes précédentes, de nombreux gisements de cette roche dont les caractères éruptifs ne nous paraissaient pas douteux; mais il nous restait à découvrir les évents par lesquels elle s'était épanchée; l'examen microscopique de la roche verte a résolu la ques-

tion et fait voir que c'est précisément aux phénomènes filoniens accompagnant les porphyres noirs, qu'il faut rapporter l'origine de ces roches porphyriques indécises. Les porphyres noirs francs nous avaient déjà présenté des types fluidaux en masse ou par microlithes; nous avons récemment découvert, au nord et au sud de Bar-le-Régulier, sur la route de Manlay (Saône-et-Loire), de véritables perlites appartenant à cette série, dans lesquelles les fissures perlitiques sont nettement visibles aux plus faibles grossissements. Ce sont certainement les plus anciennes perlites qui aient été jusqu'à présent signalées. Elles contiennent des épigénies d'amphibole et de pyroxène en serpentine, des cristaux anciens d'oligoclase et des grains arrondis de quartz également ancien. Leur pâte présente par places quelques restes d'une matière vitreuse brunâtre, de nombreux microlithes feldspathiques s'éteignant suivant leur longueur, et des druses d'un quartz récent, peut-être secondaire, grossièrement globulaire, associé à une matière talqueuse.

En résumé, les observations que nous avons faites à Cussy nous permettent d'affirmer que la *granulite* franche, accompagnée de pegmatite, a prolongé ses éruptions jusqu'après le dépôt des grès et schistes carbonifères de la contrée; c'est à une dislocation de la granulite et des roches voisines par le *porphyre noir éruptif*, que sont dûs les dykes de soi-disant porphyre granitoïde que l'on observe à la montée avant Cussy. Ces *tufs porphyriques*, qui ont un vaste développement dans le Morvan, peuvent être dûs à une dislocation sur place des roches encaissantes, comme semble le démontrer un grand nombre d'exemples; mais il n'est pas impossible qu'ils soient parfois à rapporter à des phénomènes plus complexes, et qu'une partie de leurs éléments clastiques ait été préalablement remaniée par les eaux. Quand l'élément clastique diminue de grain et d'abondance, la roche, habituellement verte et rose, devient plus foncée, plus micacée, et présente un type plus constant, dans la pâte duquel de la calcédoine s'est développée. Enfin les porphyres noirs, à peu près purs de tout mélange étranger, comprennent de véritables perlites dont l'origine éruptive ne saurait être mise en doute.

Environs de La Selle.

D'intéressantes observations au sujet de la disposition générale des terrains houiller et permien du bassin d'Autun ont conduit M. Delafond à conclure que les couches de houille explorées à La Vesvre, aux environs d'Esnost, de Collonges et de La Chaume près Igornay, sont contemporaines du terrain anthracifère et antérieures au terrain

houiller de l'Autunois; les faits observés dans ces diverses localités ne permettraient donc pas d'y constater l'existence de roches éruptives postérieures au terrain houiller.

On peut espérer que l'étude attentive des roches qui bordent le bassin d'Autun entre La Vesvre et Reclesne conduira à une solution de cette question délicate; mais dès à présent, et pour éviter de préjuger d'une façon trop affirmative les résultats de cette étude, nous présenterons quelques objections à l'hypothèse proposée par M. Delafond.

Ses observations conduisent à l'importante conclusion que les couches de La Vesvre et de Collonges n'appartiennent pas vraisemblablement au terrain houiller supérieur exploité à Épinac. Mais là s'arrête pour nous le développement rationnel de ses conclusions; la houille de La Vesvre peut fort bien appartenir aux couches relevées du Permien inférieur, et plusieurs objections peuvent être faites à l'hypothèse qui en ferait du terrain houiller inférieur proprement dit ou anthracifère.

1° On sait qu'il existe une discordance complète de stratification entre ce terrain et le terrain permien; or la figure 9 de la planche XX montre avec évidence combien la couche explorée à La Vesvre, à Esnost, à Collonges et à La Chaume suit fidèlement les contours actuels du bassin permien voisin; si, par hypothèse, un dyke de roche éruptive faisant éruption pendant le dépôt des premières couches du terrain permien inférieur, les avait soulevées en les disloquant, et avait ainsi constitué une nouvelle bordure aux couches permiennes postérieures, les choses ne se seraient pas passées autrement, tandis qu'une réelle discordance de stratification eût irrégulièrement éloigné les affleurements de houille anthracifère de la bordure permienne.

2° On a trouvé du grisou dans les galeries percées à travers la prétendue anthracite de La Vesvre, et même un ouvrier a été brûlé par une explosion dans le courant des travaux.

3° Les recherches de houille à la base du Permien, dans le voisinage immédiat des roches éruptives, n'ont pas été toutes négatives, et M. Aymard nous a signalé au sud de Collonges, près Les Pelletiers, un ancien travail qui a recoupé une petite couche de houille.

4° Enfin les objections tirées de la nature même des roches encaissantes qui affleurent notamment à La Vesvre et à la Croix de Reclesne, nous paraissent encore plus décisives. L'examen microscopique de quelques-unes d'entre elles ne laisse aucun doute sur leur nature éruptive: elles ne peuvent appartenir qu'aux porphyres noirs ou à un type d'eurites porphyriques plus récent. Or toutes les analogies pétrographiques en font des porphyres quartzifères analogues, sinon identiques avec ceux de Bourganeuf et de Sincey. Notons qu'à La Vesvre cette

roche éruptive paraît, selon l'observation de MM. Rozet, Jourdan, Élie de Beaumont et Dufrénoy, avoir disloqué la houille; en tout cas et même dans l'état d'éboulement où se trouvent les anciens travaux, on peut constater que la couche de houille ne s'appuie pas simplement sur la roche éruptive, mais qu'elle paraît s'y enfoncer; elle en montre à son toit et à son mur.

On sait qu'à Bourganeuf l'eurite quartzifère perce certaines couches houillères, comme l'a démontré M. Gruner. A Sincey, de récentes observations ne nous permettent plus d'admettre que le porphyre des salbandes du terrain houiller lui soit postérieur; mais d'une part l'âge de la houille de Sincey n'est pas encore déterminé, et d'autre part elle paraît nettement traversée par des filons de porphyre (Prêles, Moulin-Châtelain) d'un type très-voisin de celui des salbandes.

Dans l'exemple actuel, nous serions entièrement affirmatif si nous avions déjà pu explorer la région qui s'étend entre La Vesvre et Reclesne; nous ferons prochainement cette exploration avec M. Delafond, et nous en soumettrons les résultats à la Société; mais il m'a paru important de réserver la question et d'en faire ressortir dès à présent les difficultés.

M. **Gruner** désirerait savoir ce que M. Michel-Lévy entend dire lorsqu'il parle du porphyre granitoïde comme étant la fin, la queue d'une éruption de granulite.

M. **Michel-Lévy** répond que certaines granulites et pegmatites à mica blanc percent indubitablement les schistes et quartzites subordonnés au Calcaire carbonifère, tandis qu'elles sont antérieures au porphyre noir (grès métamorphique anthracifère de la Loire); or les études microscopiques ont démontré que les variétés de porphyre granitoïde analogues à celles de Boën ont une véritable structure granulitique et présentent même par places celle des pegmatites graphiques; ainsi l'âge géologique, la structure et même la grosseur moyenne du grain sont les mêmes pour certaines granulites et pour les porphyres granitoïdes du type de Boën; seulement, dans ces derniers le mica blanc est absent ou très-rare; les émanations fluorées paraissent donc y avoir perdu de leur puissance d'action, et ce sont, à proprement parler, des granulites éventées.

M. **de Lapparent** fait remarquer qu'il résulte des observations de M. Michel-Lévy que les roches éruptives acides dérivent les unes des autres par l'affaiblissement des dissolvants, entre autres du fluor.

M. **Mallard** confirme ce que M. Michel-Lévy vient de dire au sujet du gneiss rouge; mais, tout en admettant que les roches acides dérivent les unes

des autres, il pense qu'il ne faut pas exagérer ce principe, qui amènerait à passer, par exemple, de la granulite aux porphyres trachytiques les plus récents ; il lui semble donc nécessaire de conserver avec soin les diverses classes de roches.

M. **Noguès** fait observer que, près de Lyon, entre les deux petites vallées de l'Yzeron et du Garon, on trouve une série de roches cristallines plus ou moins bien stratifiées, ayant la structure et la composition des granulites, parfois des leptynites, avec la disposition des gneiss typiques et des micaschistes ; cependant ces roches se séparent des gneiss typiques de la base du Mont-d'Or Lyonnais. Elles sont, d'ailleurs, associées, du côté de Chaponost et de Bonnand, à de vraies granulites, à des pegmatites tourmalinifères et grenatifères, passant parfois à de véritables roches à petits grenats ou grenatites. En redescendant vers l'Yzeron, à Bonnand, près des Aqueducs, on voit apparaître les gneiss ordinaires ; mais ils sont associés à des gneiss rouges, roses ou rouges et blancs. Tout ce système se rattache finalement aux vrais granites, qui se montrent dans le thalweg et dans le fond de la vallée de la Saône, et qui sont exploités à Oullins. Ces granites sont en maints endroits, comme à Montigny et Charbonnières, traversés par de minces filons de roches cristallines avec amphibole et tourmaline.

M. **de Chancourtois** fait des réserves sur la parité d'âge des roches qui doivent, d'après M. Michel-Lévy, être rangées sous la dénomination commune de granulites ; il rappelle, par exemple, les leptynites que l'on observe dans les gneiss.

Séance du 30 *août* 1876.

PRÉSIDENCE DE M. JUTIER.

La séance s'ouvre à 6 heures du soir dans la gare de Saint-Léger-sur-d'Heune.

M. Didelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Coubaux (Léopold), à Chatou (Seine-et-Oise), présenté par MM. de Rouville et Collot.

M. Didelot rappelle que, pendant que la Société faisait l'ascension de la montagne de Drevin, M. **Sebille**, Curé de Saint-Sernin-du-

Bois, a bien voulu lui communiquer des observations intéressantes sur une **oscillation du sol** se rapportant au pays qu'il habite, et qu'il a exposé ces observations dans une note dont voici l'analyse :

Le point de départ des observations de M. Sebille réside dans un mouvement ascensionnel apparent que subiraient l'église et la tour de Saint-Sernin. « Il y a vingt-cinq ou trente ans, dit l'auteur, lorsque, sortant du Creusot dans la direction d'Antully, on s'élevait sur la côte abrupte appelée *la Marolle*, on apercevait à peine le haut de la vieille tour et le sommet du clocher de Saint-Sernin, et il fallait bien connaître la direction pour que ce point attirât les regards. Rien cependant ne faisait obstacle à la vue, si ce n'est deux pentes de montagnes arides qui se croisaient. Aujourd'hui, en observant du même point, on aperçoit une grande partie de la tour, qui mesure près de trente mètres, tout le clocher et même le sommet de l'église. »

M. Sebille examine les diverses hypothèses qui peuvent rendre compte de ce fait : mouvements relatifs, soit isolés, soit concomitants, des trois bases de l'observation, à savoir : 1° le point observé, la tour de Saint-Sernin ; 2° les obstacles, c'est-à-dire les collines qui séparent du point observé ; 3° le point d'où l'on observe, la Marolle.

Le soulèvement de la Marolle lui semble inadmissible; car la colline, loin de présenter des phénomènes d'ascension, est tout entière sujette à de nombreux effondrements, conséquences des galeries qui sillonnen en tous sens la couche de houille située à sa base. Il faut donc admettre soit le soulèvement isolé du point observé, soit le soulèvement simultané de ce point et des obstacles, à la condition toutefois que le mouvement ascensionnel du point observé ait une plus grande amplitude angulaire que celui des obstacles.

C'est à cette dernière opinion que se range l'auteur : les sommets des collines qui forment obstacle n'ont subi que des érosions insignifiantes depuis les quelques années que durent les observations, et leur surface, dans laquelle des carrières sont ouvertes, présente les dislocations qu'occasionnerait un soulèvement lent. L'oscillation du sol aurait eu comme charnière la rivière de Mesvrin, distante de deux kilomètres de la tour de Saint-Sernin. L'amplitude maximum du soulèvement aurait été d'environ quinze mètres; aucune crevasse n'en a été la conséquence, par suite de l'élasticité des couches qui, par une sorte de compensation, aurait réduit leurs ondulations dans la vallée située derrière Saint-Sernin. La cause première du soulèvement du plateau de Saint-Sernin résiderait dans le voisinage de l'ancien volcan de Drevin.

L'auteur termine en citant à l'appui de son hypothèse la diminution croissante des sources voisines, la présence d'une crevasse postérieure

à 1793 et qui sillonne du haut en bas la tour, cependant si massive, de l'église, enfin, un tremblement de terre ressenti à Saint-Sernin le 16 septembre 1871, et dont il donne la description suivante :

« Vers sept heures et demie du matin, nous entendîmes un bruit sourd comme un grondement de tonnerre d'abord lointain et qui se rapprochait peu à peu. Ce bruit, devenu à la fin très-distinct, dura trois ou quatre secondes, pour se terminer par une secousse très-accentuée. Nous étions à ce moment plusieurs dans l'église, et nous avons pu constater deux mouvements : l'un ascensionnel, dont il nous était impossible d'évaluer l'amplitude; l'autre d'oscillation du nord au midi, qui a fait craquer à la fois tous les bancs de l'église. Les quelques personnes présentes prirent peur et ne savaient où se réfugier, lorsque tout redevint immobile.

» Dans la journée, j'interrogeai les habitants sur ce qu'ils avaient éprouvé; presque tous me montrèrent la montagne de Drevin comme l'endroit d'où venait le bruit. C'était également la direction où nous avions nous-même commencé à l'entendre. »

M. **Collenot** remarque que la communication de M. l'abbé Sebille vient à l'appui de l'opinion d'après laquelle les buttes de Drevin seraient un ancien volcan, et exprime le désir que des observations soient recueillies pour établir la limite d'extension du phénomène.

M. Pellat fait la communication suivante :

Compte-rendu de l'excursion du **30** *août 1876 à* **Auxy, La Coudre, Antully** *et* **Drevin,**

par M. Edm. **Pellat.**

Pl. XXI.

L'excursion du 30 août, pour laquelle deux journées auraient été nécessaires, avait pour but de vérifier une coupe (Pl. XXI, fig. 2) qui, suivant une ligne brisée, passe par Auxy, La Coudre, Antully, Saint-Émiland, Épiry et Drevin. Cette coupe reproduit à peu près celle que j'ai publiée en 1865 (1).

Elle montre des arkoses, 1, assimilables peut-être au Grès vosgien, couvrant le massif de gneiss rouge et de granulite qui sépare le bassin houiller et permien d'Autun du bassin de Saint-Léger-sur-d'Heune, également houiller et permien.

Vers Antully et en retrait, à l'est, j'ai indiqué les premiers affleure-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXII, p. 515.

ments de grès marneux, avec calcaires cristallins, 2, que j'ai considérés comme un équivalent très-amoindri des Grès bigarrés et du Muschelkalk.

Les Marnes irisées, 3, très-minces d'abord (vers Antully), ont, vers Drevin seulement (à Épogny), le développement que la Société a constaté à Mazenay. Les environs d'Antully devaient former le rivage du Keuper. Peut-être n'ont-ils été atteints par les sédiments de cette formation que vers sa fin et par suite d'un affaissement du sol, prélude de celui qui allait amener la zone à *Avicula contorta* jusque sur des points élevés du Morvan. Une modification dans le régime des lagunes keupériennes de la contrée est indiquée par l'apparition d'une petite faune marine, que j'ai signalée à la partie supérieure des Marnes irisées, à Drevin.

En stratification franchement transgressive, la zone à *Avicula contorta*, 4, s'avance à l'ouest vers le Morvan. On la voit directement superposée aux arkoses, 1 (grès vosgien), dans la partie ouest de la coupe. Les zones à *Ammonites planorbis* et à *A. angulatus*, 5, et le Lias inférieur, 6, dont un témoin silicifié existe à Antully, ont également dépassé à l'ouest les Marnes irisées.

A l'est et très-près de Drevin, à Chalencey, on tombe dans la région faillée, prolongement de celle de Mazenay, et un peu plus loin on descend dans la vallée de la rivière d'Heune, où les arkoses, 1, recouvrent les grès rouges et bariolés et les schistes permiens à *Walchia*.

Partie d'Autun en voitures à 6 heures du matin, la Société a gravi la pittoresque montée de la Creuse d'Auxy, à travers le gneiss rouge et les granulites.

Au sommet de la montée, à Auxy, on est sur les arkoses, 1, à l'état d'arène granitique, ou assez peu cimentées pour céder au moindre choc. Elles contiennent quelques lits d'argile verdâtre et sont très-différentes des arkoses silicifiées de l'étang de La Coudre. On les voit sous la mairie d'Auxy et vers la lisière de la forêt, reposant sur le gneiss et recouvertes par le grès rhétien à végétaux et à empreintes de vagues.

Une dalle de ce grès, déposée sur le bord de la grand'route, renfermait une empreinte de *Clathropteris platyphylla*, Brongn.

M. Soudan, Garde-mines au Creusot, a recueilli dans les mêmes grès, à Auxy, une feuille repliée ou plutôt un curieux organe problématique (*Spirangium ventricosum*, Saporta).

La Société a pris, à droite de la grand'route d'Autun, le chemin de La Coudre, et à cent mètres environ, au carrefour formé par ce chemin et l'ancienne voie romaine, de petites carrières, malheureusement

comblées, lui ont fourni des débris des deux divisions supérieures de l'étage rhétien, dans lequel j'ai distingué (1) :

A la partie supérieure, des marnes versicolores, des arkoses avec nombreuses dents *(bone-bed)*, des calcaires siliceux, ferrugineux, d'un brun foncé ;

Au milieu, des calcaires gris siliceux ;

A la base, des grès.

Des blocs de grès rhétiens retirés des champs qui bordent la voie romaine contiennent de nombreux fossiles *(Avicula contorta, Anatina præcursor, Cardium Rhæticum*, etc., etc.). J'ai recueilli sur ce point presque toutes les espèces citées par M. J. Martin dans ses « arkoses » (2). Le plus souvent à grains fins, ces grès rhétiens sont quelquefois à plus gros éléments, et comme alors ils sont généralement dépourvus de fossiles, on peut facilement les confondre avec les arkoses triasiques non silicifiées, n° 1 de la coupe. Je rappellerai que j'ai cité des arkoses à peu près identiques avec les arkoses triasiques à la partie supérieure de l'étage rhétien, sous les fausses marnes irisées qui le terminent. Sans les petites dents que renferme l'arkose rhétienne, une confusion serait facile.

Au lieu dit *le Champ aux Prêtres*, la Société a recueilli de nombreux échantillons d'une sorte de poudingue ferrugineux, brunâtre, à gros grains de quartz et de feldspath, contenant les dents habituelles du *Bone-bed : Saurichthys acuminatus, Sargodon tomicus, Hybodus minor, H. cloacinus, Acrodus minimus*, etc. Ce *bone-bed* paraît occuper la partie supérieure des grès rhétiens. Un *bone-bed* à peu près semblable existe dans les calcaires gris, siliceux, à *Avicula contorta*, du milieu de l'étage.

A l'étang de La Coudre, une carrière également abandonnée a montré les arkoses, 1, silicifiées et comme vitrifiées, compactes, très-dures, verdâtres par places, bien différentes des arkoses friables d'Auxy et de celles que la Société a vues un peu plus loin, entre Antully et Saint-Émiland.

Les arkoses silicifiées de l'étang de La Coudre sont directement recouvertes, sans intercalation de marnes irisées, par les grès rhétiens, minces sur ce point et surmontés d'un *bone-bed* à l'état de grès fin, verdâtre, argileux, contenant les mêmes dents que le *bone-bed* du *Champ aux Prêtres ;* ces arkoses sont identiques avec celles du ravin de La Scelle, exploitées pour pavés.

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXII, p. 554, et *suprà*. p. 712.

(2) *Paléontologie stratigraphique de l'Infrà-lias du dép. de la Côte-d'Or (Mém. Soc. géol.*, 2e sér., t. VII). L'expression d'arkose, qui peut si bien amener des confusions si l'on n'y ajoute pas un nom d'étage, a été employée par M. Martin pour désigner le grès rhétien.

Il est regrettable que la Société n'ait pas eu le temps de se rendre au ravin de La Scelle, sur la grand'route d'Autun à Châlon, entre Auxy et Saint-Émiland ; là les arkoses silicifiées, avec veines de baryte sulfatée, forment un escarpement de 12 mètres environ et présentent à leur partie supérieure, avant d'arriver au grès rhétien, très-riche en végétaux sur ce point, quelques centimètres de marnes vertes et rouges que l'on peut déjà attribuer aux Marnes irisées.

Dans un intéressant mémoire *sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans le département de Saône-et-Loire et dans les montagnes de la Serre (Jura)* (1), M. Coquand a attribué la division inférieure des arkoses de M. Manès (2), couche 1 de ma coupe, au Grès vosgien, et la division supérieure des arkoses du même auteur (grès marneux et calcaires cristallins), couche 3, au Grès bigarré et au Muschelkalk.

J'ai fait la même assimilation (3) et je persiste à la croire fondée, malgré les objections qui ont été présentées sur le terrain par plusieurs membres de la réunion (4).

Les arkoses que la Société a vues silicifiées et comme fondues à La Coudre, qu'elle a trouvées moins compactes et plus granitoïdes entre Antully et Saint-Émiland, ne correspondent, suivant moi, qu'à la division inférieure des arkoses de M. Manès. Elles sont intercalées dans la vallée de la rivière d'Heune entre les grès rouges permiens et les grès marneux avec calcaires cristallins (division supérieure des arkoses du même auteur). A l'ouest de la coupe, au contraire, elles sont *indépendantes* et directement recouvertes par l'étage rhétien.

Elles se comportent absolument comme les arkoses de la forêt de la Serre (Jura), comme le Grès vosgien qui, dans les Vosges, dépasse les

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XIV, p. 13.

(2) *Statistique minéralogique du dép. de Saône-et-Loire.*

(3) *Loc. cit.*

(4) M. Collenot, notamment, a fait l'observation suivante :

« Il est évident que les grès triasiques de l'Autunois ont une puissance considé-
» rable, mais il est bien difficile d'affirmer qu'ils représentent la série triasique
» entière.

» En ce qui concerne le Keuper, son existence est incontestable sous l'étage rhé-
» tien ; mais que la masse gréseuse de la base soit l'équivalent des Grès bigarrés,
» que le cordon calcarifère qui la surmonte soit le représentant du Muschelkalk, on
» ne saurait, en l'absence de fossiles, le décider, pas plus qu'il n'est possible de le
» nier.

» Le Muschelkalk bien constaté s'est formé dans la mer ; il est franchement cal-
» caire. Ici le dépôt n'a rien de marin et la présence d'un niveau de grès et d'argiles
» imprégnés de calcaire n'autorise pas suffisamment à assimiler ce niveau à l'étage
» conchylien. »

bords des bassins où s'est formé le Grès rouge, et atteint une hauteur à laquelle le Grès bigarré ne parvient pas (1).

Je dois ajouter cependant, à l'appui des doutes qui ont été exprimés, qu'Élie de Beaumont n'admettait dans le département de Saône-et-Loire ni Grès vosgien, ni Grès bigarré, ni Muschelkalk, et rattachait au Keuper les arkoses que nous considérons, M. Coquand et moi, comme leur correspondant (2).

Pour M. Manès, les grès rouges permiens correspondaient au Grès bigarré et les arkoses appartenaient au Keuper.

Le Commandant Rozet, l'un des fondateurs de notre Société et dont il est de notre devoir de rappeler les importants travaux, en visitant une région qu'il a étudiée avec succès (3), avait, au contraire, attribué au terrain permien les grès rouges supérieurs aux schistes bitumineux, et faisait commencer le Trias aux arkoses.

Après avoir quitté l'étang de La Coudre, la Société s'est dirigée vers la forêt de Planoise, en marchant sur les grès rhétiens qui sont sur ce point presque dépourvus de fossiles. Le temps lui a manqué pour atteindre les carrières de Rive-du-Bois, dont les bancs supérieurs, formés d'un grès fin, jaunâtre, sont identiques avec les grès à Mytiles d'Helsingborg (Suède méridionale) et contiennent, comme eux, en abondance, avec de petites coquilles bivalves du genre *Pullastra* ou *Schizodus*, cinq *Mytilus* figurés par M. Hébert (4) : *M. Hoffmanni*, Nilsson, *M. minutus*, Goldf., *M. psilonoti?*, Quenst., *M. Ervensis*, Stopp., *M. Lundgreni*, Héb.

Il est remarquable de trouver à pareille distance une similitude absolue de roche et de faune.

Je n'ai rencontré, dans les grès à Mytiles de Rive-du-Bois, ni *Avicula contorta* ni *Cardium cloacinum*. Leur faunule, bien qu'incontestablement rhétienne, est tout autre que celle des grès, également rhétiens, observés au commencement de la journée à Auxy.

On peut noter dans les grès rhétiens de la région trois associations distinctes de fossiles :

Celle des *Mytilus* et des *Pullastra* à Rive-du-Bois;

Celle des *Anatina præcursor*, *Cardium* et *Rhæticum Avicula contorta* à Auxy;

(1) Coquand, *loc. cit.*; Dufrénoy et Élie de Beaumont, *Explication de la Carte géologique de la France*, t. I, p. 390 et s.

(2) *Bull.*, 2e sér., t. XIV, p. 47.

(3) *Mémoire géol. sur la masse de montagnes qui sépare le cours de la Loire de ceux du Rhône et de la Saône (Mém. Soc. géol.*, 1re sér., t. IV).

(4) *Recherches sur l'âge des grès à combustibles d'Helsingborg et d'Höganäs (Suède méridionale), Annales des Sciences géologiques*, t. I, p. 117; 1869.

Celle des *Avicula contorta*, *Pecten* et *Ostrea Hisingeri* vers Couches-les-Mines.

Les grès inférieurs de Rive-du-Bois, plus durs et à grains plus fins que les grès à Mytiles, contiennent beaucoup d'empreintes végétales. M. de Saporta a décrit et figuré de cette localité, d'après des échantillons de ma collection (1) :

Equisetum arenaceum, Bronn (espèce ordinairement keupérienne),
E. Pellati, Sap.,
Tæniopteris Augustodunensis, Sap.,
T. superba, Sap.,
T. tenuinervis, Sap. (signalé aussi en Allemagne et en Autriche).
T. stenoneura, Schenk (abondant dans l'étage rhétien de Franconie),
T. vittata, Brongn. (cité dans les couches de Stonesfield, à un niveau bien différent).
Clathropteris platyphylla, Brongn., var. *expansa*, Sap. (le *C. platyphylla* se trouve aussi dans les Vosges, dans la Meurthe, à Mende et à Hettange).

A ces végétaux, que l'on rencontre également à La Scelle et à Auxy, vient s'ajouter le *Spirangium ventricosum*, Sap., dont deux exemplaires ont été recueillis dans cette dernière localité (2).

Vers l'est, dans les environs de Saint-Émiland et de Drevin (sauf toutefois à Épogny, dont je parlerai tout à l'heure), les couches de la base de l'étage rhétien ne contiennent plus guère que des débris de végétaux. Sur les coteaux de Couches, cependant, j'ai recueilli plusieurs exemplaires du *Danæopsis marantacea*, Heer, figurés par M. de Saporta. Ce *Danæopsis* était connu dans le Keuper de la Franconie.

La mer, en s'avançant vers l'est, entraînait les végétaux des parties émergées du Morvan qu'elle envahissait, et l'on s'explique ainsi la présence, dans les couches inférieures du Rhétien, de l'*Equisetum arenaceum* et du *Danæopsis marantacea*, qui se trouvent habituellement en plein Keuper. On peut également attribuer à un plus grand éloignement du rivage la rareté relative et la trituration des végétaux dans les localités de l'Est de la coupe.

Près de la maison Rollet, à La Coudre, j'ai montré à la Société la carrière, malheureusement inexploitée, dans laquelle j'ai recueilli en 1861 de nombreux ossements de Sauriens. D'après M. Sauvage, qui a bien voulu en entreprendre l'étude, ces ossements appartiennent à un Plésiosaure non décrit, à deux espèces nouvelles d'Ichthyosaures (*I.*

(1) *Paléontologie française*, 2e sér. : *Végétaux. Plantes jurassiques.*

(2) D'après M. de Saporta, le genre *Spirangium*, dont la vraie nature est jusqu'à présent inconnue, renferme seulement six espèces : une carbonifère, une du Grès bigarré des Vosges, trois de l'étage rhétien et une wealdienne qui a été citée sous le nom de *Palæobromelia Jugleri*.

carinatus et *I. Rhæticus*) (1), à un Nothosaure et à un Énaliosaurien indéterminé.

On exploitait dans la carrière de La Coudre, pour faire de la chaux, les calcaires gris siliceux à *Avicula contorta*, formant trois bancs, de 0m40 environ, séparés par des marnes. Les ossements se trouvaient en grande abondance entre les deux derniers bancs. Le calcaire gris siliceux y est surmonté par des calcaires ferrugineux, brunâtres, à *Avicula contorta* (3e subdivision de l'étage rhétien de la contrée), se délitant à leur partie supérieure en plaquettes couvertes de la *Pellatia* que j'ai citée à Couches-les-Mines.

Sur le bord du chemin qui longe la propriété Rollet et qui conduit à Antully, j'ai montré les déblais d'une fouille ouverte dans les *fausses marnes irisées* de la fin de l'étage rhétien : on s'y croyait dans le Keuper et l'on espérait trouver du gypse.

Au même endroit et sur le talus du chemin, la Société a vu, au-dessus de ces fausses marnes irisées, les argiles grises, avec lumachelle, de la base de la zone à *Ammonites planorbis*.

Sans prendre le temps, à cause de l'heure déjà avancée, d'étudier la suite de l'*Infrà-lias*, elle s'est dirigée vers Antully, où elle a examiné le calcaire à Gryphées arquées silicifié, blond ou noirâtre, identique avec celui de quelques localités de l'Auxois (2). Les fossiles, et notamment les Gryphées, n'y ont laissé que leurs moules : le test est remplacé par un vide souvent tapissé de quartz cristallisé.

Le calcaire à *Ostrea arcuata*, dont nous n'avons à Antully que les bancs inférieurs, s'y trouve à l'altitude 560. Au sommet de Drevin, où l'excursion s'est terminée, le calcaire à *O. cymbium* n'est qu'à 497 mètres.

D'Antully la Société s'est rendue à Saint-Émiland, en jetant un rapide coup-d'œil sur des carrières d'arkoses et sur les Marnes irisées peu puissantes.

L'étang de Saint-Émiland est sur le gneiss rouge. L'arkose se montre sur le bord de l'étang et dans le village même. Elle est surmontée, autour de Saint-Émiland, par les grès marneux, généralement verdâtres, et par les calcaires cristallins, 2. Les hauteurs entre Saint-Émiland et Épiry sont formées de marnes irisées recouvertes par la zone à *Avicula contorta*.

Une petite tranchée au lieu dit *La Réserve d'Épiry* donne la coupe suivante de haut en bas :

(1) *Note sur les débris d'Ichthyosaure des couches rhétiennes de Saône-et-Loire*, *Ann. Sc. géol.*, t. VIII, n° 6 ; 1876.

(2) Collenot, *Descr. géol. Auxois*, p. 230.

Plaquettes de calcaire brun, couvertes de *Pellatia*, et calcaires bruns, ferrugineux, à cassure brillante, avec *Avicula contorta*. . . . . 2m »

Calcaires gris, siliceux, en bancs alternant avec de l'argile noirâtre et contenant *Avicula contorta*, des Myophories, *Ostrea Hisingeri*, etc. ; environ. . 3m »

(On y a recueilli de nombreux débris de Sauriens, notamment d'énormes vertèbres.)

Grès jaunâtre, ou plutôt nodules de grès ferrugineux dans du sable argileux jaunâtre. Ces nodules contiennent beaucoup d'*Avicula contorta*, l'*Ostrea Hisingeri* et un *Pecten* identique avec celui figuré par M. Hébert parmi les fossiles des grès d'Helsingborg (Suède) ; on y trouve quelques dents de Poissons. Environ.. . . . . 3m »

Argile noirâtre. 0m40

Mince lit de grès. 0m10

Argile jaunâtre, sableuse. 0m25

Sable jaunâtre et nodules de grès 0m20

Argile noirâtre, schisteuse, avec nombreux *débris de végétaux charbonneux*; visible sur environ.. . . . . 0m80

Lacune et peut-être grès. . . . . .

Marnes irisées, avec bancs de dolomie et rognons renfermant quelquefois de beaux cristaux d'améthyste.. . . . . .

Près de Drevin, à Montorge, on observe, sous les calcaires roux ferrugineux et les calcaires gris siliceux à *Avicula contorta*, identiques avec ceux de la coupe ci-dessus :

Grès jaunes, avec *Avicula contorta*, *Ostrea Hisingeri*, etc.
Argile noirâtre (1 mètre).
Grès fins, micacés, gris-verdâtres, avec nombreux débris de végétaux.
Marnes irisées, avec bancs de dolomie.

A Drevin même j'ai montré à la Société une coupe semblable.

J'appelle l'attention sur ces coupes, qui nous présentent, à la base de l'étage rhétien et sous le grès à Mollusques, des grès fins, micacés, et des argiles noirâtres, schisteuses, remplies de débris de végétaux charbonneux.

Des morceaux de lignite ou de mauvaise houille ont été observés à Épiry dans ces argiles, qui correspondent très-probablement à celles traversées, il y a un certain nombre d'années, dans un des puits de la plâtrière d'Épogny, près de Couches-les-Mines, et dans lesquelles une galerie fut ouverte avec l'espoir, bientôt déçu, d'y trouver de la houille exploitable.

Mgr Landriot, qui était à cette époque supérieur du Petit-Séminaire d'Autun et qui a légué son zèle pour la géologie à son successeur, M. l'abbé Duchêne, notre nouveau collègue, avait recueilli dans ces argiles d'Épogny des empreintes végétales qui ont été étudiées par

M. Brongniart et rapportées par M. de Saporta et par plusieurs autres géologues (1) au Keuper.

Les empreintes les plus fréquentes sont celles du *Tœniopteris Augustodunensis*, qui se trouve abondamment dans les grès rhétiens de Rive-du-Bois et d'Auxy. M. Manès cite également, « dans les marnes schisteuses superposées au gypse d'Épogny (2), les *Tœniopteris vittata* et *Clathropteris meniscioïdes* (probablement *C. platyphylla*). Le *C. platyphylla* et le *Tœniopteris vittata* figurent aussi parmi les végétaux des grès rhétiens d'Auxy.

Je n'ai pu relever la coupe d'Épogny; mais, d'après les renseignements que j'ai recueillis, l'argile à végétaux y est supérieure aux Marnes irisées et repose sur des grès fins et blanchâtres. Elle me paraît devoir être attribuée à l'étage rhétien plutôt qu'au Keuper.

Nous avons ainsi à la base de l'étage rhétien :

Vers l'est, dans les environs d'Antully et dans la direction du Morvan, des grès à végétaux, surmontés de grès à Mytiles et à *Pullastra*, ou de grès à *Avicula contorta*, *Anatina*, *Cardium*, etc. ;

Vers l'ouest, et dans les environs de Couches-les-Mines, des grès fins et des argiles noires, schisteuses, à empreintes végétales, souvent charbonneuses, et, au-dessus, des grès à *Avicula contorta*.

Ce second faciès rappelle le puissant système de grès, de schistes argileux et de houilles ligniteuses, de l'étage rhétien de la Suède méridionale. Une des coupes relevées par M. Hébert près d'Helsingborg mentionne en effet, de haut en bas :

6 mètres de grès schisteux, tendres, jaunâtres ou blanc-grisâtres, renfermant quelques lits de grès siliceux, durs, avec nombreux Mytiles, *Schizodus*, etc. ;
4 mètres de schistes noirs, gréseux, feuilletés ;
2 mètres de grès schisteux avec empreintes végétales charbonneuses.

Je n'ai pas besoin d'insister sur l'analogie de cette coupe et de celles que j'ai données plus haut.

La pluie et l'heure très-avancée ne nous ont permis que de nous arrêter un instant dans la dépression située au pied du bois des Marauds et qui atteint le gneiss rouge.

Au four à chaux situé à l'entrée du bois, la Société a trouvé, réunis à son intention, un certain nombre de fossiles du Lias inférieur provenant des carrières de Drevin.

A Vernotte, elle a pris le chemin suivi lors de la réunion de 1836 et elle a vu successivement :

(1) Voir notamment d'Orbigny, *Cours élém. de Paléontologie stratigraphique*, t. II, p. 413.
(2) *Stat. min. de Saône-et-Loire*.

Le gneiss rouge, avec filons de pegmatite;
L'arkose, tantôt friable, tantôt en bancs réguliers, sur 15 à 20 mètres d'épaisseur;
Les grès verdâtres, les argiles vertes et les calcaires cristallins (5 à 6 mètres);
Les marnes irisées, lie de vin, vertes ou jaunâtres, ne contenant, malgré la proximité d'Epogny, aucune trace de gypse, mais présentant de nombreux bancs de dolomie (10 à 12 mètres).

Nous avons examiné, sur le versant qui fait face à Saint-Pierre-de-Varennes, dans un talus, la dolomie calcarifère, rosâtre, que j'avais signalée précédemment (1) et qui, friable et blanchâtre par places, m'a fourni quelques fossiles d'une bonne conservation, mais encore indéterminés.

Cette dolomie est placée à peu près à la partie supérieure des Marnes irisées; les blocs observés sont certainement intercalés dans les marnes. J'ai donc cru pouvoir les attribuer, sans hésitation, au Keuper, et la Société a paru partager ma conviction.

Cependant M. Collenot a émis quelques doutes : en attendant la détermination des fossiles, il lui a semblé préférable de rester dans la croyance que le Keuper de la région, comme celui de l'Auxois, est complétement azoïque, et de classer la couche en question à la base de l'étage rhétien. Les marnes lie de vin et verdâtres qui la surmontent (keupériennes encore, d'après moi) seraient, à ses yeux, rhétiennes, comme les fausses marnes irisées que j'ai fait voir, au commencement de l'excursion, à la partie supérieure de l'étage rhétien.

Un peu au-dessus, j'ai montré les argiles noires et les grès de la base du Rhétien, puis les calcaires siliceux et les calcaires roux ferrugineux. Les fausses marnes irisées qui terminent l'étage rhétien étaient cachées par les cultures, mais elles existent dans la localité.

Nous sommes ensuite arrivés à une carrière de calcaire à Gryphées arquées, qui offre à sa base le *foie de veau*, et au fond de laquelle les déblais d'une fouille montrent les grès et la lumachelle à *Cypricardia porrecta* et *Corbula Ludovicæ* (zone à *Ammonites planorbis*).

Une carrière voisine, dont les couches plongent assez fortement vers les buttes basaltiques, nous a présenté les trois zones du Lias inférieur, recouvertes à l'entrée du bois par les marnes à *Belemnites clavatus* de la base du Lias moyen.

A la sortie du bois, nous avons atteint les buttes de Drevin, en marchant sur les nombreux fragments de basalte qui couvrent le sol dans un rayon de 200 à 300 mètres.

(1) *Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 369.
Un lit fossilifère a été aussi constaté à la partie supérieure du Keuper, en Lorraine, par M. Levallois (*Bull.*, 2 sér., t. XXI, p. 435). — M. Delesse a également trouvé un lit de coquilles bivalves dans les Marnes irisées de la Haute-Saône (*Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 370).

Il ne nous restait que quelques instants à consacrer à ces deux buttes, qui ont été signalées en 1783 par l'abbé Soulavie, de l'Académie de Dijon, dans un mémoire intitulé : *Sur un volcan trouvé en Bourgogne près de Couches-les-Mines, au hameau de Drevin*, et qui ont été depuis visitées par de Bonnard et par la Société géologique en 1836.

D'après M. J. Martin, ces buttes seraient les restes d'un ancien cratère égueulé (1). Cette idée n'a pas prévalu. Plusieurs membres de la réunion ont fait remarquer que le basalte ne produit pas de cratères et qu'il traverse les roches en coulées, sans avoir les caractères d'un volcan.

Comme en 1836, la Société n'a vu ni traces de scories, ni basaltes affectant la forme prismatique. Un fragment de granulite empâté dans le basalte a attiré son attention ; mais elle n'a point retrouvé les « silex avec fossiles de la Craie » cités par des membres de la session de 1836. Des silex noirâtres, fendillés, mentionnés par M. de Bonnard (2), ne sont pas rares autour des buttes. Je les ai observés sur le versant ouest à la surface du sol, au milieu des débris des basaltes, au niveau de l'Infràlias. Ces silex ont été cités à l'appui du recouvrement du Morvan par la Craie (3); mais leur origine crétacée est-elle certaine ? Ne sont-ce pas plutôt des chailles jurassiques?

Suivant notre savant confrère, M. Collenot, le Calcaire à Gryphées arquées ne serait pas au même niveau des deux côtés du cône basaltique : il serait plus bas du côté de l'ouest qu'à l'est, dans le village même de Drevin ; l'émission basaltique aurait peut-être passé par une faille. Cette différence de niveau est très-faible, si elle existe; mais j'ai fait remarquer que les assises des carrières situées à l'ouest plongent assez fortement dans la direction du cône.

D'après M. de Bonnard et d'après le procès-verbal de la session de 1836, on observerait du Calcaire à entroques au sommet de Drevin. Pour M. Martin, le paquet de calcaire engagé dans le flanc nord-est de la pointe occidentale du cône est un lambeau de calcaire à *Gryphæa gigantea*, modifié et vitrifié. En insistant sur cette rectification, M. Collenot a exprimé le regret que l'examen des vestiges de roches disloquées et enchassées dans le basalte de Drevin fut aussi hâtif.

L'heure avancée et la pluie ont en effet forcé la Société à gagner La Rouèle, où ses voitures l'attendaient, et de là Saint-Léger-sur-d'Heune.

(1) *Limon rouge et Limon gris. Observations sur divers produits d'origine glaciaire en Bourgogne.*

(2) *Sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le gisement du terrain d'arkose a l'est du Plateau central de la France.*

(3) *Descr. géol. Auxois*, p. 198.

M. de Rouville émet des doutes sur la convenance d'assimiler les grès inférieurs de La Coudre et des carrières visitées entre Antully et Saint-Émiland, au Grès vosgien si mal défini jusqu'ici.

M. Pellat répond que, si la Société avait pu consacrer deux journées aux environs de Couches-les-Mines, elle aurait probablement reconnu la nécessité de diviser les arkoses en deux parties, l'une correspondant au Grès vosgien, l'autre au Grès bigarré.

M. Delafond appuie cette opinion.

M. Collenot est d'avis que les roches redressées par la poussée basaltique et que l'on remarque sur le bord sud-ouest de la dépression de Drevin, appartiennent aux grès triasiques, aux roches de l'étage rhétien, au Calcaire à Gryphées arquées et peut-être aux roches un peu schisteuses de la zone à Gryphées géantes (partie supérieure du Lias moyen); mais il n'a pas vu, comme l'avait indiqué M. de Bonnard, de traces de calcaires de l'Oolithe inférieure.

L'absence de l'Oolithe inférieure est facile à comprendre; car si le Calcaire à entroques a existé au-dessus de Drevin, il a été poussé plus haut que le basalte et emporté par l'érosion. Cette érosion ayant entamé une partie de la roche ignée du sommet, il est naturel de ne trouver encastrées que des roches de la base de la montagne.

M. Michel-Lévy fait la communication suivante :

Note sur les **Roches éruptives** *vues par la Société dans sa course du 30 août 1876,*

par M. **Michel-Lévy.**

Avant d'atteindre le plateau d'Antully et de La Coudre, et après avoir quitté les dernières couches du bassin houiller et permien de la plaine, dont on peut voir des affleurements sur la rive droite du ravin, près de la papeterie, nous nous sommes élevés à l'est d'Autun sur des pentes boisées, principalement composées d'une belle variété rose de *granulite proprement dite,* qui disparaît sous les couches triasiques et jurassiques des sommets.

Au pied ouest du Drevin nous avons vu apparaître un *gneiss rouge* à deux micas, modification métamorphique du gneiss gris ancien à mica noir par la granulite.

Enfin la Société a pu étudier le *gneiss gris* lui-même, traversé par

de nombreux filons de granulite et de pegmatite, à l'est du Drevin, dans le petit lambeau de roches anciennes qui pointe près de La Rouèle au milieu des couches triasiques et jurassiques.

Malgré leurs apparentes interruptions, ces divers massifs plutoniens se relient intimement avec ceux qui forment les bordures N. O. et S. E. du Creusot, et dont un soulèvement N. E., auquel on doit également rapporter les puissantes dislocations de la côte Châlonnaise, explique les réapparitions successives.

Les roches éruptives qui composent cet ensemble et dont la Société a eu quelques exemples sous les yeux, ont été l'objet d'études remarquables de MM. Manès et Drouot; elles sont de nature complexe et présentent des spécimens du plus grand nombre des roches granitiques propres au Morvan : gneiss, granite porphyroïde, granulites. Les cartes que nous devons à ces deux savants géologues établissent soigneusement la distinction entre le gneiss (terrain de granite et gneiss) et le granite porphyroïde (granite indépendant avec sphène); elles passent sous silence les diverses variétés de granulite, et cette omission est expliquée par cette idée théorique que la granulite est généralement constituée par de simples exsudations contemporaines des roches encaissantes. Cependant nous devons dire que M. Drouot a été frappé de l'extrême analogie existant entre la granulite du gneiss et celle du granite; s'il avait eu l'occasion de constater la généralité des phénomènes filoniens qui se rapportent aux roches à mica blanc, il n'aurait pas hésité à les distinguer des roches granitiques plus anciennes, qu'elles percent indistinctement, en les modifiant souvent par places avec une extrême intensité.

La *granulite* est donc postérieure aux deux autres roches granitiques de la contrée. Quant au *granite porphyroïde*, il englobe fréquemment des fragments anguleux de gneiss gris, et l'on peut voir de nombreux exemples de ce phénomène le long du chemin qui se dirige au sud-ouest du hameau des Combats (commune de Saint-Micaud), entre La Bomme et Les Boires. Ce granite est donc postérieur au *gneiss gris*, bien que nous n'ayons jamais pu en observer de filons étendus.

Ainsi, gneiss gris, granite porphyroïde, granulite, tels sont, en commençant par le plus ancien, les trois types granitiques de la contrée et plus généralement de toutes les contrées où apparaissent les roches éruptives anciennes.

I. Au *gneiss gris* sont associés de vrais granites rubanés, dont la schistosité est apparente par places et dans les grandes masses. La Société en a vu un exemple au sud-est de Bissey-sous-Cruchaud; ils existent également aux environs de La Rouèle, de Couches-les-Mines et de Sampigny. Ils sont relativement très-abondants dans le Nord du

Morvan, notamment au sud de Rouvray près Avallon; et là leur intime association avec les gneiss gris paraît hors de doute.

On trouve, dans le Nord-Est du Morvan, une autre roche granitique en relation avec les gneiss gris : c'est une sorte de granulite ancienne, passant à la syénite et contenant souvent de l'amphibole et du sphène. Sa couleur rouge lie de vin et l'éclat adulaire de ses feldspaths lui donnent une apparence spéciale, qui, jointe à l'absence constante du mica blanc et de la tourmaline, et à l'aspect schisteux qu'elle prend par places, permet, en général, de la distinguer à première vue des granulites plus récentes.

Le granite porphyroïde en contient des fragments englobés au moulin de Chausserose, entre Fontangy et Montlay, au sud de Précy-sous-Thil; elle affleure plusieurs fois sur les rives de l'Armançon entre Normier, Brianny et Montigny; elle reparaît au nord de Semur, entre Genay et Millery; enfin elle constitue la plus grande partie des roches granitiques anciennes des environs de Saulieu, et là son grain s'exagère et simule de véritables granites.

Nous proposons de donner à ces différentes variétés le nom de *granite gneissique*, et nous ne nous dissimulons pas la difficulté d'établir avec précision leur âge relatif. Car, si en maints endroits cette roche passe au gneiss gris, elle présente aussi, notamment aux environs de Saulieu, des fragments anguleux de gneiss gris englobés dans sa masse.

II. Le *granite porphyroïde* est plus constant dans ses allures que le gneiss gris; il ne passe pas habituellement à des variétés rubanées. On peut signaler une tendance à l'orientation dans ses éléments, au voisinage des plages de gneiss gris qu'il a soulevées et disloquées, et dont il englobe des fragments. Mais cette orientation n'est jamais régulière, et il est rare qu'elle affecte le mica noir qui abonde dans la roche; tout au plus a-t-elle une action sur les cristaux d'orthose rose violacé, souvent fort allongés suivant l'arête h_1, que contient ce granite. Nous ne connaissons pas de parties réellement pegmatoïdes dans le granite porphyroïde du Morvan; quand le feldspath y domine à l'exclusion du quartz et du mica, comme par exemple aux environs de la ferme de Montcoy, au nord-est du Creusot, les cristaux d'arkose se rapprochent simplement les uns des autres et semblent moulés par de plus petits cristaux d'oligoclase, rappelant ainsi les formes pseudo-globulaires du Rappakivi ou de la roche silurienne de Mairus dans les Ardennes.

Il est probable que le granite porphyroïde a eu sur les gneiss gris voisins une action métamorphique analogue à celle que nous verrons la granulite y développer; alors le gneiss devient glanduleux et se charge de grands cristaux d'orthose, d'une couleur jaune violacée ou blanche

laiteuse, analogues à ceux du granite indépendant. Mais cette action est souvent masquée par le métamorphisme beaucoup plus intense qui a produit les gneiss rouges.

III. La *granulite* présente une grande variété de formes. Comme elle sert de trait d'union entre les granites francs et les premiers porphyres, ses différents types oscillent entre ces deux termes extrêmes. De plus, grâce à la même puissance des dissolvants dont elle paraît avoir été accompagnée et parmi lesquels le fluor a dû jouer un rôle prépondérant, elle est susceptible d'atteindre par places une grosseur de grain extrême. Enfin on doit lui rapporter, pour la même raison, une puissance métamorphisante considérable, d'où provient une série de types de roches plus anciennes modifiées, passant par gradations insensibles à la granulite franche.

Nous allons énumérer les principales variétés de granulites que le Morvan recèle, en cherchant à les rapporter à quelques types connus, soit en France, soit à l'étranger, et en fondant cet essai de classification principalement sur l'état dans lequel se trouve la majeure partie du quartz libre dans la roche.

Variétés granitoïdes. Le quartz n'y affecte pas généralement de forme cristalline extérieure bien nette; par suite les arènes ne présentent pas de grains bipyramidés; cependant le quartz y est déjà très-granulé et différent des formes irrégulières qu'il présente dans le granite porphyroïde. Dans cette première catégorie, on peut distinguer : 1° la *granulite proprement dite,* à grains homogènes et assez fins, qui se présente en masse (Méluzien près Avallon) et en filons minces, et dont on fait parfois de bons pavés; c'est une des roches les plus communes de la série; 2° la *granulite pegmatoïde* du type de Baveno, qui forme au centre même du Morvan, entre Quarré-les-Tombes, La Roche-en-Brénil et Saint-Brisson, un massif important. C'est une belle pierre de taille pour la construction, souvent tabulaire et ayant par suite donné lieu à de fausses apparences de dolmens (Fort-Séveresse près la Roche-du-Chien, etc.). Nous pensons qu'on doit y rattacher le type schisteux d'Étang, à l'ouest d'Autun. La granulite pegmatoïde est susceptible de donner des monolithes d'un volume considérable. Elle se présente surtout en masse, mais elle passe en bien des points à la granulite proprement dite. Sur les bords du massif précédent, notamment à l'est, il est souvent difficile de distinguer la granulite pegmatoïde du granite porphyroïde voisin; il y a là une zone d'influence métamorphique très-marquée.

Variétés porphyroïdes. Le quartz y affecte des contours cristallins extérieurs bien déterminés.

1° Dans la *pegmatite graphique,* les cristaux de quartz sont en gé-

néral très-allongés; elle se présente en veines et en filons relativement très-rares ; mais l'examen microscopique nous a appris que par places toutes les variétés de granulite présentent des nids de pegmatite graphique.

2° Le granite à grains bipyramidés de quartz est relativement très-rare dans le Morvan; on sait qu'il forme toute la chaîne de Blond dans la Haute-Vienne, le mont Saint-Michaël dans le Cornouailles, etc. Lorsqu'il se présente en filons minces, ses caractères changent et il prend un aspect entièrement porphyrique : gros grains bipyramidés de quartz, cristaux volumineux de feldspath, noyés dans une pâte que le microscope résout en une granulite plus ou moins fine, mais qui à l'œil nu peut prendre une apparence absolument compacte et même presque cornée. Plusieurs des roches décrites par les auteurs anglais sous le nom d'elvans se rapportent à ce double type de granulite, auquel on pourrait assigner les noms d'*elvan granitoïde* et d'*elvan porphyroïde*. Le Morvan contient plusieurs variétés d'elvan porphyroïde : la butte du moulin Collas, à l'est de Quarré-les-Tombes, montre son intime liaison avec la granulite proprement dite.

3° Enfin, le dernier terme du passage de la granulite aux porphyres proprement dits serait pour nous le type de certains *porphyres granitoïdes* voisins de celui de Boën (Loire); nous avons exposé nos idées à ce sujet à propos de la *roche verte* du Morvan.

Variétés métamorphiques. Nous avons déjà signalé la difficulté que présente la séparation des granites pegmatoïde et porphyroïde, en bien des points de leur contact mutuel. Les éruptions de granulite ont également agi avec une extrême puissance sur le gneiss gris: tantôt elles l'injectent mécaniquement et pénètrent dans les plus fines fissures, tantôt elles le transforment plus profondément encore et le font passer à l'état de *gneiss rouge*. Les auteurs allemands ont décrit depuis longtemps les diverses propriétés du gneiss rouge, abondant en Saxe au milieu du gneiss gris normal de Freyberg; ils en font une roche éruptive, mais ils n'ont pas saisi la généralité du phénomène qui en rattache la production à l'éruption des granulites et des roches accompagnant l'étain. Le gneiss rouge, sous des formes variées, dont plusieurs identiques avec celles de la Saxe, abonde dans le Morvan, notamment aux environs immédiats d'Avallon et de Semur, où il se trouve sur la bordure entre de puissantes masses de granulite et le gneiss gris, dont une bande E. N. E. - O. S. O., allant de Bazoche à Flée par Chastellux et Rouvray, sépare cette granulite de la région plus méridionale du granite porphyroïde.

Aux environs du petit bassin houiller de Forges, au sud du Creusot, les diverses variétés de gneiss rouge se présentent avec une abondance

extraordinaire; la montée à l'ouest du hameau de Forges est très-instructive à ce point de vue et ne laisse point de doute sur le mécanisme de production de cette roche métamorphique; à l'encontre de la roche verte du Morvan, dont un simple mélange d'éléments clastiques et d'un ciment éruptif plus récent peut rendre compte, il y a dans le gneiss rouge quelque chose de plus qu'un mélange mécanique.

Variétés métallifères. Enfin le Morvan présente aussi quelques indices des variétés de granulites métallifères qui ont une si grande importance dans le Cornouailles, en Saxe (Altenberg, Zinnwald), dans la Creuse (Montebras) et dans la Haute-Vienne (Vaulry). Grâce aux bienveillantes indications de MM. de Charmasse et Moreau, nous avons pu visiter et marquer sur la feuille d'Avallon un pointement de *greisen* (quartz et mica blanc), situé entre la ferme de Bousegrès et La Chapelle, au sud-ouest d'Empury, et renfermant des cristaux de wolfram; ce dyke paraît surgir au milieu du gneiss gris. Un filon N. 142° E. de greisen affleure au fond du petit ravin descendant de Ménétreux sur l'ancien chemin de Semur à Genay. On rencontre à deux cents mètres environ à l'est du sommet de La Brûlée (altitude, 903^{m}; point culminant du Morvan), dans les bois du Folin, sur la nouvelle route forestière, des débris d'un puissant filon de mispickel, qui nous paraît accompagné de greisen et qui perce le massif de granulite pegmatoïde dont cette région est exclusivement composée. M. René Bréon a bien voulu, sur nos indications, analyser ce mispickel, et il y a trouvé des traces notables de cuivre et de cobalt.

Quant à l'âge relatif des différentes variétés de granulites, il paraît difficile de rien conclure de précis à cet égard. Nous connaissons quelques filons minces de granulite proprement dite, tant dans le granite pegmatoïde que dans l'elvan granitoïde; ils sont très-rares en proportion de la multitude de filons de granulite qui percent le gneiss gris et le granite porphyroïde. La pegmatite paraît former dans les diverses variétés de granulite plutôt des veinules et des nids que des filons bien réglés et allongés.

On voit par ce qui précède qu'une étude minéralogique approfondie doit succéder aux explorations sur le terrain, pour tout ce qui concerne les roches granitiques anciennes du Morvan. Cette étude n'est pas même encore ébauchée; peut-être fournira-t-elle quelques points de repère nets dans cette longue série.

La Société a encore étudié dans sa course du 30 août le pointement basaltique du Drevin. Dans une course plus récente, faite avec M. De-

lafond, nous avons pu retrouver le petit pointement basaltique, de quelques mètres de diamètre, que M. Drouot signale à l'ouest du hameau des Combats, dans la commune de Saint-Micaud. Un examen microscopique rapide de plaques minces de ces basaltes a confirmé leur analogie présumée : ils sont principalement composés de pyroxène en microlithes enchevêtrés et en grands cristaux, de péridot, de biotite, de fer oxydulé et d'une substance amorphe. La rareté ou même l'absence des plagioclases, de la néphéline et de la leucite y sont remarquables. Un examen ultérieur de plaques plus nombreuses que celles que nous avons eues entre les mains, devra confirmer ce premier aperçu et restituera à la venue basaltique l'importance qu'elle doit occuper dans l'étude du Morvan et du bassin permien d'Autun ; car de nouvelles explorations nous ont permis de découvrir de nombreux filons basaltiques dans toute cette région, et d'y rattacher les filons de soi-disant *minette* qui y avaient été déjà signalés.

M. de Rouville, au moment où la session va être close, se fait l'interprète de tous les membres de la réunion, en exprimant leurs remerciements à M. *Jutier,* qui a su si bien porter la lourde charge de la présidence, à M. *Pellat,* promoteur de cette réunion, dont il a combiné le programme avec M. Delafond, et qui a été pour la Société un précieux guide dans plusieurs localités que ses persévérantes recherches ont fait connaître, à M. *Delafond,* qui a si heureusement pourvu aux détails d'organisation de la session, à M. *Didelot,* qui s'est acquitté avec tant de zèle des délicates fonctions de secrétaire. Il remercie également M. *Collenot,* dont les connaissances approfondies ont été d'un si efficace secours dans les études qui viennent d'être faites en commun, et M. *Michel-Lévy,* qui s'occupe avec tant de succès de l'étude microscopique des roches du Morvan.

M. Jutier remercie M. de Rouville et résume les travaux de cette session, qui laissera un profond souvenir dans le cœur de tous ceux qui y ont pris part.

Il déclare ensuite close la réunion extraordinaire de Châlon-sur-Saône et Autun.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

Pages.

MEUGY. — Sur un terrain remanié recouvrant le Gault dans la commune de Saulces-Monclin (Ardennes) 6

MEUGY. — Note sur le prolongement des couches du Terrain crétacé dans la partie nord-ouest du département des Ardennes . . . 8

BARROIS. — Observations sur la communication précédente 13

TORCAPEL. — Note sur la Géologie de la ligne de Lunel au Vigan (Pl. I). 15

BOUTILLIER. — Note sur un dépôt de débris organiques et d'objets de fabrication humaine aux environs de Jarnac (Charente) 28

HOLLANDE. — Sur les gîtes métallifères de la Corse 30

HOLLANDE. — Note sur les terrains tertiaires de la Corse 34

BLANDET. — Progrès récents de la Géogénie 43

DAUBRÉE. — Exemples de formation contemporaine de la Pyrite de fer dans des sources thermales et dans l'eau de la mer 53

ÉBRAY. — Stries pseudo-glaciaires 55

— Prix Viquesnel 56

DELESSE, DE LAPPARENT et POTIER. — Exploration géologique du Pas-de-Calais 57

HÉBERT. — Remarques à l'occasion des sondages exécutés par la Commission française dans le Pas-de-Calais en 1875 58

DE CHANCOURTOIS. — Observations sur l'exploration géologique du Pas-de-Calais et sur la question du Tunnel 61

LE TRÉSORIER. — Budget pour l'année 1875-76 67

MALLARD. — Des Oscillations séculaires des Glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du Globe. 69

L. GRUNER. — Observations sur la note de M. Mallard 73

MALLARD. — Réponse aux observations de M. Gruner 82

HOLLANDE. — Le littoral de la Corse s'élève depuis l'époque quaternaire. 86

DOUVILLÉ. — Note sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie du Gâtinais et de l'Orléanais (Pl. II) 92

Pages.

DOUVILLÉ. — Note sur le Système du Sancerrois et le terrain sidérolithique du Berry 404
TOURNOUËR. — Observations sur la communication précédente 410
MICHEL-LÉVY. — Note sur les Roches porphyriques des environs du lac de Lugano 411
JANNETTAZ. — Note : 1° sur l'analyse minéralogique de quelques Roches de la Haute-Savoie et sur leurs propriétés thermiques ; 2° sur les applications des propriétés thermiques à la Cristallographie. 416
VASSEUR. — Note sur un *Helix* du Gypse des environs de Paris 424
COQUAND. — Histoire des Terrains stratifiés de l'Italie centrale, se référant aux périodes primaire, paléozoïque, triasique, rhétienne et jurassique (2e partie) 426
COQUAND. — Sur l'exploitation des mines du Campiglièse par les anciens Étrusques 450
COQUAND. — Sur les Grès rouges de la Nubie 459
TOMBECK. — Note sur le Corallien et l'Argovien de la Haute-Marne . . 462
DE ROYS. — Note sur les terrains des environs de Beaucaire 470
TARDY. — Des Puits naturels et de leur remplissage dans le Jura . . . 478
TARDY. — Un ancien Glacier des environs de Genève 481
TARDY. — Les Glaciers miocènes en Bresse 484
RENEVIER. — Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme. Lettre à M. R. Tournouër 487
Ch. MAYER. — La vérité sur la Mer Glaciale au pied des Alpes 499
TOURNOUËR. — Observations sur les communications précédentes . . . 223
FONTANNES. — Sur le cailloutis de la Fuly et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu (Isère) 224
DELAGE. — Profil géologique du chemin de fer de Rennes à Redon (Pl. III) 226
DE COSSIGNY. — Note sur le terrain crétacé de la partie méridionale du bassin de Paris et sur l'Argile à silex d'Allogny (Cher), et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains (Pl. IV) 230
DOUVILLÉ. — Observations sur la communication précédente 259
M. DE TRIBOLET. — Sur les terrains jurassiques supérieurs de la Haute-Marne comparés à ceux du Jura suisse et français 259
TARDY. — Les Glaciers pliocènes 285
DE RAINCOURT. — Description d'espèces nouvelles du bassin de Paris (Pl. V) 290
Alf. CAILLAUX. — Note sur la découverte de minerai d'étain en Toscane. 293
VASSEUR. — Sur la couche à Lépidostées de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près Gisors (Pl. VI) 295
HÉBERT. — Observations sur la communication précédente 303

Pages.

CREVAUX. — Faux Blocs erratiques de la Plata ; prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud (Pl. VII). 304
HÉBERT, TERQUEM. — Observations sur la communication précédente . 308
Alb. GAUDRY. — Sur quelques Mammifères des Phosphorites du Quercy. 309
TOUCAS. — Note sur les terrains crétacés du Sud-Est de la France. . . 309
HÉBERT. — Sur la position exacte de la zone à *Heterodiadema Libycum*. 319
PELLAT. — Observation sur les communications précédentes. 321
GORCEIX. — Note sur la roche connue vulgairement au Brésil sous le nom de *Canga*, et sur le bassin d'eau douce de Fonseca (province de Minas Geraës). 321
DE MŒLLER. — Sur la constitution géologique de la partie méridionale du gouvernement de Nijni-Novgorod (analysé par *M. G. Dollfus*). 324
TARDY. — Terrasses de 12 à 17 mètres et de 20 à 29 mètres, leur origine et leur âge. 326
P. FISCHER. — Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les Cavernes du Midi de la France et de la Ligurie. 329
GRUNER, MUNIER-CHALMAS, LABAT, POMEL, DOLLFUS, DE VIBRAYE, TOURNOUËR, HÉBERT, SAUVAGE, GAUDRY, DE ROSEMONT. — Observations sur la communication précédente. 340
MOREL DE GLASVILLE. — Sur la cavité crânienne et la position du trou optique dans le *Steneosaurus Heberti* (Pl. VIII et IX). 342
Alb. DE LAPPARENT. — Note sur la relation des failles et des gisements éocènes du Nord de la France avec l'Argile à silex. 348
MUNIER-CHALMAS, DE CHANCOURTOIS, HÉBERT. — Observations sur la communication précédente. 351
DE RAINCOURT. — Description de quelques Fossiles nouveaux du bassin de Paris (Pl. X). 352
F. ROBERT. — Volcans de la Haute-Loire (suite). 355
Fr. DELILLE. — Sur un gisement de coquilles fossiles du Diluvium dans la presqu'île de Saint-Maur (Seine). 360
Ch. MAYER. — Sur les Fossiles du terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln (Suisse). 361
P. FISCHER, MATHERON, MUNIER-CHALMAS. — Observations sur la communication précédente. 363
Edm. PELLAT. — Émersion du Sud et de l'Est du bassin parisien à la fin de la période jurassique, et extension de la limite inférieure de l'étage portlandien du Boulonnais. 364
DE LAPPARENT. — Observations sur la communication précédente. . . 369
Edm. PELLAT. — Sur la présence de Fossiles dans le Keuper des environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire). 369
DELESSE. — Observation sur la communication précédente. 370

Pages.
JANNETTAZ. — Allocution présidentielle. 370
G. DE SAPORTA. — Étude sur la vie et les travaux paléontologiques d'Adolphe Brongniart. 373
DAVIDSON. — Notice sur la vie et les travaux de sir Charles Lyell. . . 407
MATHERON. — Note sur les dépôts crétacés lacustres et d'eau saumâtre du Midi de la France. 415
LEYMERIE, MUNIER-CHALMAS. — Observations sur la communication précédente 429
HOLLANDE. — Terrains sédimentaires de la Corse. 431
GORCEIX. — Sur une Roche intercalée dans le gneiss de la Mantiqueire (Brésil). 431
H.-E. SAUVAGE. — Note sur les Reptiles fossiles (7-9) (Pl. XI et XII). . 433
LABAT. — Note sur l'origine des eaux de Recoaro (Italie). 443
MALLARD, DELESSE, TOURNAIRE. — Observations sur la communication précédente. 446
LABAT. — Note sur le grès macigno de la Toscane. 446
JANNETTAZ. — Note sur une Roche talqueuse de la Nouvelle-Calédonie. 449
Alb. GAUDRY. — Matériaux pour l'Histoire des temps quaternaires. . . 451
MARCOU, A. FAVRE, HÉBERT. — Observations sur la communication précédente. 452
DE COSSIGNY. — Considérations sur les Failles et les Soulèvements; réfutation de la prétendue nullité du Soulèvement du Sancerrois. 453
Ch. BRONGNIART. — Note sur une nouvelle espèce de Diptère fossile du genre *Protomyia (P. Oustaleti)*, trouvée à Chadrat (Auvergne) (Pl. XIII) 459
ÉBRAY. — Stratigraphie du Mont Salève. 460
VIRLET D'AOUST. — Présentation d'une Lettre sur le Niveau moyen des mers, d'un Rapport sur les Recherches entreprises sur le terrain houiller des vallées de l'Aumance et du Cher (Allier) et du récit de ses Ascensions au Popocatépetl et à l'Iztaccihuatl (Mexique). 469
G. DOLLFUS. — Sur un Fossile nouveau du Cambrien. 470
VASSEUR et CAREZ. — Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise) (Pl. XIV) . . 471
MUNIER-CHALMAS, TOURNOUËR, HÉBERT, PELLAT. — Observations sur la communication précédente. 476
TERQUEM. — Recherches sur les Foraminifères du Bajocien de la Moselle (Pl. XV-XVII). 477
PAPIER. — Découverte de débris d'un Mammifère fossile près de Bone (Algérie). 500
Alb. GAUDRY. — Sur un Hippopotame fossile découvert à Bone (Algérie) (Pl. XVIII). 501
POMEL. — Observations sur la communication précédente. 504

Pages.

DAUBRÉE. — Expériences faites pour expliquer les alvéoles de forme arrondie que présente très-fréquemment la surface des Météorites. 505
TERQUEM. — Observations sur l'étude des Foraminifères (Pl. XIII).. . 506
F. RATTE. — Notes sur l'Indo-Chine. 509
GORCEIX. — Minéraux du Brésil. 522
DAUBRÉE. — Sur la présence de la Tridymite dans les briques zéolithiques de Plombières, et du Quartz dans les laves péridotiques d'Oahu (archipel hawaïen). 523
VÉLAIN. — Observations sur la communication précédente. 524
POMEL. — Les grès dits nubiens sont de plusieurs âges. 524
VÉLAIN. — Observations sur la communication précédente. 528
DAUBRÉE. — Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations de fossiles corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques qu'on peut en déduire (Pl. XIX). 529
LABAT, G. DOLLFUS. — Observations sur la communication précédente. 552
JANNETTAZ. — Sur la conductibilité thermique de certaines roches rendues artificiellement schisteuses. 553
JANNETTAZ. — Note sur la propagation de la Chaleur dans les corps cristallisés (*suite*). 554
TOMBECK. — Sur le Corallien de Lévigny, près Mâcon. 556
N. DE MERCEY. — Note sur la direction adoptée pour le tracé des coupes de la Carte géologique du département de la Somme, et sur certains rapports entre la structure du sol de la Picardie et celle du détroit du Pas-de-Calais. 559
ÉBRAY. — Stratigraphie de la montagne du Môle. 568
ÉBRAY. — Remarques sur la Note de M. Douvillé sur le Système du Sancerrois. 576
TARDY. — Quelques mots sur la rivière d'Ain et le Jura à l'époque miocène 577
TARDY. — Une variété de puits dans la Craie du Pas-de-Calais 583
G. DE TROMELIN et P. LEBESCONTE. — Observations sur les terrains primaires du Nord du département d'Ille-et-Vilaine et de quelques autres parties du massif breton 583
DELAGE. — Étude sur les terrains des environs de Saint-Germain-sur-Ille (Ille-et-Vilaine) 623
BIOCHE. — Rapport de la Commission de Comptabilité sur les Comptes du Trésorier pour l'année 1874-1875 629
DIDELOT. — Procès-verbaux de la Réunion extraordinaire à Châlon-sur-Saône et à Autun 635
DELAFOND. — Compte-rendu de l'excursion du 24 août à Saint-Hilaire. 640
DELAFOND. — Note sur les terrains jurassiques supérieurs et crétacés de la côte Châlonnaise 641

Pages.

DIDELOT. — Compte-rendu de l'excursion du 25 août à Saint-Gengoux-le-Royal et Givry 647
PELLAT. — Sur le terrain jurassique des environs de Châlon-sur-Saône. 648
DELAFOND, LORY. — Observations sur la communication précédente . . 651
COLLOT. — Observations faites dans les carrières de Germolles 652
PELLAT. — Observations sur la communication précédente 653
J. MARTIN. — Sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise 653
COLLENOT. — Id. id. 656
DELAFOND. — Id. id. (Pl. XX). 665
DE LAPPARENT. — Observations sur les communications précédentes. . 671
ARCELIN. — Sur l'Argile à silex de la côte Châlonnaise. 673
DE COSSIGNY. — Sur l'Argile à silex et les phénomènes glaciaires . . . 675
VILANOVA. — Sur le rôle de la Silice dans la formation des roches et sur un gisement de Kaolin. 679
DIDELOT. — Compte-rendu de l'excursion du 26 août à Santenay . . . 681
Alb. GAUDRY. — Les animaux quaternaires de la montagne de Santenay. 682
LORY. — Sur les causes probables de l'accumulation des ossements dans la brèche de Santenay. 686
COLLENOT. — Observations sur la communication précédente 687
BEAUDOUIN. — Note sur le gisement ossifère de Santenay 689
DE ROSEMONT. — La brèche quaternaire de Santenay. 692
VILANOVA. — Observations sur la communication précédente 695
DIDELOT. — Compte-rendu de l'excursion du 27 août à Mazenay . . . 695
COLLOT. — Compte-rendu de l'excursion du 28 août à Cussy-en-Morvan. 697
DIDELOT. — Compte-rendu de l'excursion du 29 août à Muse et Surmoulin 699
PELLAT. — Lias inférieur de Borgy, Oolithe inférieure et Grande Oolithe de Santenay. 700
PELLAT. — Zone à *Avicula contorta,* Infrà-lias et Lias inférieur (étages rhétien, hettangien et sinémurien) de Mazenay ; Lias moyen et Lias supérieur (étages liasien et toarcien) de Rome-Château (Saône-et-Loire) ; Lias et Calcaire à entroques de Nolay (Côte-d'Or) (Pl. XXI). 705
DIDELOT. — Renseignements sur les mines de Mazenay fournis par l'Administration des mines et résumés par —. 718
A. GAUDRY. — Les Reptiles des schistes bitumineux d'Autun (Pl. XXII). 720
DELAFOND. — Note sur les terrains porphyrique, houiller et permien de l'Autunois (Pl. XX). 724
MICHEL-LÉVY. — Réponse à la note de M. Delafond sur les terrains porphyrique, houiller et permien de l'Autunois, et Observations sur la Roche verte des environs de Cussy-en-Morvan 729
GRUNER, DE LAPPARENT, MALLARD, NOGUÈS, DE CHANCOURTOIS. — Ob-

Pages.

servations sur la communication précédente. 735

SEBILLE. — Sur une Oscillation du sol observée à Saint-Sernin-du-Bois. 736

COLLENOT. — Observations sur la communication précédente 738

PELLAT. — Compte-rendu de l'excursion du 30 août à Auxy, La Coudre, Antully et Drevin (Pl. XXI). 738

DE ROUVILLE, DELAFOND, COLLENOT. — Observations sur la communication précédente. 749

MICHEL-LÉVY. — Note sur les Roches éruptives vues par la Société dans sa course du 30 août 1876 749

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES AUTEURS ET DES MATIÈRES

POUR LE QUATRIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1875-1876

A

Afrique. Sur les Grès rouges de la Nubie, par M. Coquand, p. 159. = Les grès dits nubiens sont de plusieurs âges, par M. Pomel. Observations de M. Vélain, p. 524.

Agassiz. Faux Blocs erratiques de la Plata ; prétendue période glaciaire d'—dans l'Amérique du Sud, par M. Crevaux (Pl. VII). Observations de MM. Hébert et Terquem, p. 304.

Ain. Quelques mots sur la rivière d' — et le Jura à l'époque miocène, par M. Tardy, p. 577.

Algérie. Découverte de débris d'un Mammifère fossile près de Bone —, par M. Papier, p. 500. = Sur un Hippopotame fossile découvert à Bone —, par M. A. Gaudry (Pl. XVIII). Observations de M. Pomel, p. 501.

Allier (dép. de l'). Présentation d'un Rapport sur les recherches entreprises sur le terrain houiller des vallées de l'Aumance et du Cher —, par M. Virlet d'Aoust, p. 470.

Allogny (Cher). Note sur le terrain crétacé de la partie méridionale du bassin de Paris et sur l'Argile à silex d' —, et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains, par M. de Cossigny (Pl. IV). Observations de M. Douvillé, p. 230.

Alpes. La vérité sur la Mer Glaciale au pied des —, par M. Ch. Mayer. Observations de M. Tournouër, p. 199.

Alvéoles. Expériences faites pour expliquer les — de forme arrondie que présente très-fréquemment la surface des Météorites, par M. Daubrée, p. 505.

Amérique. Faux Blocs erratiques de la Plata ; prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l' — du Sud, par M. Crevaux (Pl. VII). Observations de MM. Hébert et Terquem, p. 304. = Note sur la roche connue vulgairement au Brésil sous le nom de *Canga*, et sur le bassin d'eau douce de Fonseca (province de Minas Geraës), par M. Gorceix, p. 321. = Sur une Roche intercalée dans le gneiss de la Mantiqueire (Brésil), par M. Gorceix, p. 434. = Présentation du récit de ses Ascensions au Popocatépetl et à l'Iztaccihuatl (Mexique), par M. Virlet d'Aoust, p. 470. = Minéraux du Brésil, par M. Gorceix, p. 522.

Analyse. Note sur l' — minéralogique de quelques Roches de la Haute-Savoie, par M. Jannettaz, p. 116.

Antully (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 30 août à —, par M. Pellat (Pl. XXI). Observations de MM. de Rouville, Delafond et Collenot, p. 738.

ARCELIN. Sur l'Argile à silex de la côte Châlonnaise, p. 673.

Ardennes (dép. des). Sur un terrain remanié recouvrant le Gault dans la commune de Saulces-Monclin —, par

M. Meugy, p. 6. = Note sur le prolongement des couches du terrain crétacé dans la partie nord-ouest du —, par M. Meugy. Observations de M. Barrois, p. 8.
Argile à silex. Note sur... l' — d'Allogny (Cher), et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains, par M. de Cossigny (Pl. IV). Observations de M. Douvillé, p. 230. = Note sur la relation des failles et des gisements éocènes du Nord de la France avec l' —, par M. de Lapparent. Observations de MM. Munier-Chalmas, de Chancourtois et Hébert, p. 348. = Sur les — de la côte Châlonnaise, par M. J. Martin, p. 653. = *Id.*, par M. Collenot, p. 656. = *Id.*, par M. Delafond (Pl. XX), p. 665. = Observations sur les communications précédentes, par M. de Lapparent, p. 671. = Sur l' — de la côte Châlonnaise, par M. Arcelin, p. 673. = Sur l' — et les phénomènes glaciaires, par M. de Cossigny, p. 675.
Argovien. Note sur le Corallien et l' — de la Haute-Marne, par M. Tombeck, p. 162.
Asie. Notes sur l'Indo-Chine, par M. F. Ratte, p. 509.
Aumance. Présentation d'un Rapport sur les recherches entreprises sur le terrain houiller des vallées de l' — et du Cher (Allier), par M. Virlet d'Aoust, p. 470.
Autun (Saône-et-Loire). Procès-verbaux de la réunion extraordinaire à Châlon-sur-Saône et à —, par M. Didelot (Pl. XX-XXII), p. 635. = Les Reptiles des schistes bitumineux d' —, par M. Alb. Gaudry (Pl. XXII), p. 720. = Note sur les terrains porphyrique, houiller et permien de l'Autunois, par M. Delafond (Pl. XX), p. 724. = Réponse à la Note de M. Delafond sur les terrains porphyrique, houiller et permien de l'Autunois, et Observations sur la Roche verte des environs de Cussy-en-Morvan, par M. Michel-Lévy. Observations de MM. Gruner, de Lapparent, Mallard, Noguès et de Chancourtois, p. 729. = V. *Antully, Auxy, Coudre (La), Cussy-en-Morvan, Drevin, Mazenay, Muse, Rome-Château, Saint-Sernin-du-Bois* et *Surmoulin*.
Auvergne. Note sur une nouvelle espèce de Diptère fossile du genre *Protomyia (P. Oustaleti)*, trouvée à Chadrat —, par M. Ch. Brongniart (Pl. XIII), p. 459.
Auxy (Saône-et-Loire). Compte-rendu de la course du 30 août à —, par M. Pellat (Pl. XXI). Observations de MM. de Rouville, Delafond et Collenot, p. 738.
Avicula contorta. Zone à — (étage rhétien) de Mazenay, par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.

B

Bajocien. Recherches sur les Foraminifères du — de la Moselle, par M. Terquem (Pl. XV-XVII), p. 477.
Barrois (Ch.). Observations sur la Note de M. Meugy sur le prolongement des couches du terrain crétacé dans la partie nord-ouest du département des Ardennes, p. 13.
Beaucaire (Gard). Note sur les terrains des environs de —, par M. de Roys, p. 170.
Beaudouin (J.). Note sur le gisement ossifère de Santenay, p. 689.
Berry. Note sur le Système du Sancerrois et le terrain sidérolithique du —, par M. Douvillé. Observations de M. Tournouër, p. 104, et de M. Ébray, p. 576.
Bioche. Rapport de la Commission de Comptabilité sur les Comptes du Trésorier pour l'année 1874-75, p. 629.
Blandet. Progrès récents de la Géogénie, p. 43.
Blocs erratiques. Faux — de la Plata ; prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud, par M. Crevaux (Pl. VII). Observations de MM. Hébert et Terquem, p. 304.
Bone (Algérie). Découverte de débris d'un Mammifère fossile près de —, par M. Papier, p. 500. = Sur un Hippopotame fossile découvert à —, par M. Alb. Gaudry (Pl. XVIII). Observations de M. Pomel, p. 501.
Borgy (Saône-et-Loire). Lias inférieur de —, par M. Pellat, p. 700.
Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). Notes sur les Reptiles fossiles : 8. Sur un *Iguanodon* du Jurassique supérieur de —, par M. Sauvage (Pl. XII), p. 438.
Boulonnais. Émersion du Sud et de l'Est du bassin parisien à la fin de la période jurassique, et extension de la limite inférieure de l'étage portlandien du —, par M. Pellat. Observations de M. de Lapparent, p. 364.
Boutillier. Note sur un dépôt de débris organiques et d'objets de fabrication humaine aux environs de Jarnac (Charente), p. 28.
Brèche. Sur les causes probables de l'accumulation des ossements dans la — de Santenay, par M. Lory. Observations de M. Collenot, p. 696. = La — quaternaire de Santenay, par M. de Rosemont, p. 692.
Brésil. Note sur la roche connue vulgairement au — sous le nom de *Canga*, et

sur le bassin d'eau douce de Fonseca (province de Minas Geraës), par M. Gorceix, p. 321. = Sur une Roche intercalée dans le gneiss de la Mantiqueire —, par M. Gorceix, p. 434. = Minéraux du —, par M. Gorceix, p. 522.
Bresse. Les Glaciers miocènes en —, par M. Tardy, p. 184.
Bretagne. Observations sur les terrains primaires du Nord du département d'Ille-et-Vilaine et de quelques autres parties du massif breton, par MM. G. de Tromelin et P. Lebesconte, p. 583.
Brongniart (Adolphe). Étude sur la vie et les travaux paléontologiques d' —, par M. de Saporta, p. 373.
Brongniart (Ch.). Note sur une nouvelle espèce de Diptère fossile du genre *Protomyia (P. Oustaleti)*, trouvée à Chadrat (Auvergne) (Pl. XIII), p. 459.
Buccins. Sur le cailloutis de la Fuly et les sables à — des environs d'Heyrieu (Isère), par M. Fontannes, p. 224.
Budget pour l'année 1875-76, p. 67.
Bureau pour l'année 1876, p. 161. = de la Réunion extraordinaire, p. 639.

C

Caillaux (Alf.). Note sur la découverte de minerai d'étain en Toscane, p. 293.
Calcaire à entroques de Nolay (Côte-d'Or), par M. Pellat, p. 705.
Calédonie (Nouvelle-). Note sur une Roche talqueuse de la —, par M. Jannettaz, p. 449.
Cambrien. Sur un Fossile nouveau du —, par M. G. Dollfus, p. 470.
Campigliese. Sur l'exploitation des mines du — par les anciens Étrusques, par M. Coquand, p. 150.
Canga. Note sur la roche connue vulgairement au Brésil sous le nom de —, par M. Gorceix, p. 321.
Carez et Vasseur. Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise) (Pl. XIV). Observations de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471.
Carte géologique. Note sur la direction adoptée pour le tracé des coupes de la — du département de la Somme, par M. de Mercey, p. 559.
Cavernes. Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les — du Midi de la France et de la Ligurie, par M. P. Fischer. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329.
Chadrat (Puy-de-Dôme). Note sur une nouvelle espèce de Diptère fossile du genre *Protomyia (P. Oustaleti)*, trouvée à — (Auvergne), par M. Ch. Brongniart (Pl. XIII), p. 459.
Chaleur. Note sur la propagation de la — dans les corps cristallisés (suite), par M. Jannettaz, p. 554. = V. *Thermiques (propriétés)*.
Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire). Procès-verbaux de la Réunion extraordinaire à — et Autun, par M. Didelot (Pl. XX-XXII), p. 635. = Note sur les terrains jurassiques supérieurs et crétacés de la côte Châlonnaise, par M. Delafond (Pl. XX), p. 641. = Sur le terrain jurassique des environs de —, par M. Pellat. Observations de MM. Delafond et Lory, p. 648. = Sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise, par M. J. Martin, p. 653. = *Id.*, par M. Collenot, p. 656. = *Id.*, par M. Delafond (Pl. XX). Observations de M. de Lapparent, p. 665. = Sur l'Argile à silex de la côte Châlonnaise, par M. Arcelin, p. 673. = V. *Borgy, Germolles, Givry, Nolay, Saint-Gengoux-le-Royal, Saint-Hilaire* et *Santenay*.
Chancourtois (B. de). Observations sur l'exploration géologique du Pas-de-Calais et sur la question du Tunnel, p. 61. = Observations, p. 351 et 736.
Charente (dép. de la). Note sur un dépôt de débris organiques et d'objets de fabrication humaine aux environs de Jarnac —, par M. Boutillier, p. 28.
Cher. Présentation d'un Rapport sur les recherches entreprises sur le terrain houiller des vallées de l'Aumance et du — (Allier), par M. Virlet d'Aoust, p. 470.
Cher (dép. du). Note sur... l'Argile à silex d'Allogny —, et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains, par M. de Cossigny (Pl. IV). Observations de M. Douvillé, p. 230.
Collenot. Sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise, p. 656. Observations de M. de Lapparent, p. 671. = Observations sur la note de M. Lory : Sur les causes probables de l'accumulation des ossements dans la brèche de Santenay, p. 687. = Observations, p. 738 et 749.
Collot. Observations faites dans les carrières de Germolles. Observations de M. Pellat, p. 652. = Compte-rendu de l'excursion du 28 août à Cussy-en-Morvan, p. 697.
Côme (Italie). Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de —, par M. Renevier, p. 187. Observations de M. Tournouër, p. 223.
Commissions pour l'année 1876, p. 161.
Commission de Comptabilité. Rapport de la — sur les Comptes du Trésorier pour l'année 1874-1875, par M. Bioche, p. 629.

Comptes. Rapport de la Commission de Comptabilité sur les — du Trésorier pour l'année 1874-1875, par M. Bioche, p. 629.
Conductibilité. Sur la — thermique de certaines roches rendues artificiellement schisteuses, par M. Jannettaz, p. 558. = V. *Thermiques (propriétés)*.
COQUAND. Histoire des Terrains stratifiés de l'Italie centrale, se référant aux périodes primaire, paléozoïque, triasique, rhétienne et jurassique (2e partie), p. 126. = Sur l'exploitation des mines du Campiglièse par les anciens Étrusques, p. 150. = Sur les Grès rouges de la Nubie, p. 159.
Coquilles. Sur les — récentes et fossiles trouvées dans les Cavernes du Midi de la France et de la Ligurie, par M. P. Fischer. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, G. Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329. = Sur un gisement de — fossiles du Diluvium dans la presqu'île de Saint-Maur (Seine), par M. Delille, p. 360.
Corallien. Note sur le — et l'Argovien de la Haute-Marne, par M. Tombeck, p. 162. = Sur le — de Lévigny, près Mâcon, par M. Tombeck, p. 556.
Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise). Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près —, par MM. Vasseur et Carez (Pl. XIV). Observations de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471.
Corse. Sur les gîtes métallifères de la —, par M. Hollande, p. 30. = Note sur les terrains tertiaires de la —, par M. Hollande, p. 34. = Le littoral de la — s'élève depuis l'époque quaternaire, par M. Hollande, p. 86. = Terrains sédimentaires de la —, par M. Hollande, p. 431.
COSSIGNY (CH. DE). Note sur le terrain crétacé de la partie méridionale du bassin de Paris et sur l'Argile à silex d'Allogny (Cher), et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains (Pl. IV). Observations de M. Douvillé, p. 230. = Considérations sur les Failles et les Soulèvements; réfutation de la prétendue nullité du Soulèvement du Sancerrois, p. 453. = Sur l'Argile à silex et les phénomènes glaciaires, p. 675.
Côte-d'Or (dép. de la). Compte-rendu de l'excursion du 26 août à Santenay, par M. Didelot, p. 681. = Les animaux quaternaires de la montagne de Santenay, par M. Gaudry, p. 682. = Sur les causes probables de l'accumulation des ossements dans la brèche de Santenay, par M. Lory. Observations de M. Collenot, p. 686. = Note sur le gisement ossifère de Santenay, par M. Beaudouin, p. 689. = La brèche quaternaire de Santenay, par M. de Rosemont. Observations de M. Vilanova, p. 692. = Oolithe inférieure et Grande Oolithe de Santenay, par M. Pellat, p. 700. = Lias et Calcaire à entroques de Nolay —, par M. Pellat, p. 705.
Couches-les-Mines (Saône-et-Loire). Sur la présence de Fossiles dans le Keuper des environs de —, par M. Pellat. Observation de M. Delesse, p. 369.
Coudre (La) (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 30 août à —, par M. Pellat (Pl. XXI). Observations de MM. de Rouville, Delafond et Collenot, p. 749.
Craie. V. *Terrain crétacé*.
CREVAUX. Faux Blocs erratiques de la Plata; prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud (Pl. VII). Observations de MM. Hébert et Terquem, p. 304.
Cristallisés (corps). Note sur la propagation de la Chaleur dans les — (suite), par M. Jannettaz, p. 554.
Cristallographie. Note sur les applications des propriétés thermiques à la —, par M. Jannettaz, p. 116.
Cussy-en-Morvan (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 28 août à —, par M. Collot, p. 697. = Observations sur la Roche verte des environs de —, par M. Michel-Lévy. Observations de MM. Gruner, de Lapparent, Mallard, Noguès et de Chancourtois, p. 729.

D

DAUBRÉE. Exemples de formation contemporaine de la Pyrite de fer dans des sources thermales et dans l'eau de la mer, p. 53. = Expériences faites pour expliquer les alvéoles de forme arrondie que présente très-fréquemment la surface des Météorites, p. 505. = Sur la présence de la Tridymite dans les briques zéolithiques de Plombières et du Quartz dans les laves péridotiques d'Oahu (archipel hawaïen). Observations de M. Vélain, p. 523. = Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations de fossiles corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques qu'on peut en déduire (Pl. XIX). Observations de MM. Labat et G. Dollfus, p. 529.
DAVIDSON. Notice sur la vie et les travaux de Sir Charles Lyell, p. 407

Delafond. Compte-rendu de l'excursion du 24 août à Saint-Hilaire, p. 640. = Note sur les terrains jurassiques supérieurs et crétacés de la côte Châlonnaise (Pl. XX), p. 641. = Sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise (Pl. XX). Observations de M. de Lapparent, p. 665. = Note sur les terrains porphyrique, houiller et permien de l'Autunois (Pl. XX). Réponse de M. Michel-Lévy, p. 724. = Observations, p. 651 et 749.

Delage. Profil géologique du chemin de fer de Rennes à Redon (Pl. III), p. 226. = Étude sur les terrains des environs de Saint-Germain-sur-Ille (Ille-et-Vilaine), p. 623.

Delesse. Exploration géologique du Pas-de-Calais, p. 57. = Observations, p. 370 et 446.

Delille (Fr.). Sur un gisement de coquilles fossiles du Diluvium dans la presqu'île de Saint-Maur (Seine), p. 360.

Didelot. Procès-verbaux de la réunion extraordinaire à Châlon-sur-Saône et à Autun (Pl. XX - XXII), p. 635. = Compte-rendu de l'excursion du 25 août à Saint-Gengoux-le-Royal et Givry, p. 647. = *Id.* du 26 août à Santenay, p. 681. = *Id.* du 27 août à Mazenay, p. 695. = *Id.* du 29 août à Muse et Surmoulin, p. 699. = Renseignements sur les mines de Mazenay fournis par l'Administration des mines et résumés par M. —, p. 718.

Diluvium. Sur un gisement de coquilles fossiles du — dans la presqu'île de Saint-Maur (Seine), par M. Delille. p. 360.

Dinosaurien. Notes sur les Reptiles fossiles : 9. De la présence du type — dans le Gault du Nord de la France, par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 439.

Diptère. Note sur une nouvelle espèce de — fossile du genre *Protomyia (P. Oustaleti)*, trouvée à Chadrat (Auvergne), par M. Ch. Brongniart (Pl. XIII), p. 459.

Dollfus (G.). Sur un Fossile nouveau du Cambrien, p. 470. = Observations, p. 341 et 553. = V. *Mœller (de)*.

Douvillé. Note sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie du Gâtinais et de l'Orléanais (Pl. II), p. 92. = Note sur le Système du Sancerrois et le terrain sidérolithique du Berry. Observations de M. Tournouër, p. 104, et de M. Ébray, p. 576. = Observations, p. 259.

Drevin (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 30 août à —, par M. Pellat (Pl. XXI). Observations de M. Collenot, p. 738.

E

Eaux. Note sur l'origine des — de Recoaro (Italie), par M. Labat. Observations de MM. Mallard, Delesse et Tournaire, p. 443. = V. *Sources thermales*.

Ébray. Stries pseudo-glaciaires, p. 55. = Stratigraphie du Mont-Salève, p. 460. = *Id.* de la montagne du Môle, p. 568. = Remarques sur la note de M. Douvillé sur le Système du Sancerrois, p. 576.

Einsiedeln (Suisse). Sur les Fossiles du terrain nummulitique des environs d' —, par M. Mayer. Observations de MM. Fischer, Matheron et Munier-Chalmas, p. 361.

Éocène. Note sur la relation des Failles et des gisements — du Nord de la France avec l'Argile à silex, par M. de Lapparent. Observations de MM. Munier-Chalmas, de Chancourtois et Hébert, p. 348.

Étain. Note sur la découverte de minerai d' — en Toscane, par M. Caillaux, p. 293.

Étrusques. Sur l'exploitation des mines du Campiglièse par les anciens —, par M. Coquand, p. 150.

Eure (dép. de l'). Sur la couche à Lépidostées de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près Gisors, par M. Vasseur (Pl. VI). Observations de M. Hébert, p. 295.

F

Faille. Note sur la relation des — et des gisements éocènes du Nord de la France avec l'Argile à silex, par M. de Lapparent. Observations de MM. Munier-Chalmas, de Chancourtois et Hébert, p. 348. = Considérations sur les — et les Soulèvements ; réfutation de la prétendue nullité du Soulèvement du Sancerrois, par M. de Cossigny, p. 453.

Favre (Alph.). Observations, p. 452.

Fischer (P.). Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les Cavernes du Midi de la France et de la Ligurie. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329. = Observations, p. 363.

Fonseca (Brésil). Sur le bassin d'eau douce de — (province de Minas Geraës), par M. Gorceix, p. 321.

Fontannes. Sur le cailloutis de la Fuly

et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu (Isère), p. 224.
Foraminifères. Recherches sur les — du Bajocien de la Moselle, par M. Terquem (Pl. XV-XVII), p. 477. = Observations sur l'étude des —, par M. Terquem (Pl. XIII), p. 506.
Fossiles. Description d'espèces nouvelles du bassin de Paris, par M. de Raincourt (Pl. V), p. 290. = Sur les Coquilles récentes et — trouvées dans les Cavernes du Midi de la France et de la Ligurie, par M. Fischer. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329. = Description de quelques — nouveaux du bassin de Paris, par M. de Raincourt (Pl. X), p. 352. = Sur les — du terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln (Suisse), par M. Mayer. Observations de MM. Fischer, Matheron et Munier-Chalmas, p. 361. = Sur la présence de — dans le Keuper des environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire), par M. Pellat. Observation de M. Delesse, p. 369. = Notes sur les Reptiles — (7-9), par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 435. = Sur un — nouveau du Cambrien, par M. G. Dollfus, p. 470. = Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations de — corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques qu'on peut en déduire, par M. Daubrée (Pl. XIX). Observations de MM. Labat et Dollfus, p. 529.
France. Note sur les terrains crétacés du Sud-Est de la —, par M. Toucas, p. 309. = Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les Cavernes du Midi de la — et de la Ligurie, par M. Fischer. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329. = Note sur la relation des failles et des gisements éocènes du Nord de la — avec l'Argile à silex, par M. de Lapparent. Observations de MM. Munier-Chalmas, de Chancourtois et Hébert, p. 348. = Note sur les dépôts crétacés lacustres et d'eau saumâtre du Midi de la —, par M. Matheron. Observations de MM. Leymerie et Munier-Chalmas, p. 415. = Notes sur les Reptiles fossiles : 7. De la présence du genre *Polycotylus* dans le Jurassique supérieur et la Craie du Nord de la —; 9. De la présence du type dinosaurien dans le Gault du Nord de la —, par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 435.
Frette (La) (Seine-et-Oise). Coupe géologique de la terrasse de la Seine à —, près Cormeilles-en-Parisis, par MM. Vasseur et Carez (Pl. XIV). Observations de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471.
Fuly. Sur le cailloutis de la — et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu (Isère), par M. Fontannes, p. 224.

G

Gard (dép. du). Note sur la Géologie de la ligne de Lunel au Vigan, par M. Torcapel (Pl. I), p. 15. = Note sur les terrains des environs de Beaucaire, par M. de Roys, p. 170.
Gâtinais. Note sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie du —, par M. Douvillé (Pl. II), p. 92. Observations de M. Tournouër, p. 110.
GAUDRY (Alb.). Sur quelques Mammifères des Phosphorites du Quercy, p. 309. = Matériaux pour l'Histoire des temps quaternaires. Observations de MM. Marcou, A. Favre et Hébert, p. 451. = Sur un Hippopotame fossile découvert à Bone (Algérie) (Pl. XVIII). Observations de M. Pomel, p. 501. = Les animaux quaternaires de la montagne de Santenay, p. 682. = Les Reptiles des schistes bitumineux d'Autun (Pl. XXII), p. 720. = Observations, p. 342.
Gault. Sur un terrain remanié recouvrant le — dans la commune de Saulces-Monclin (Ardennes), par M. Meugy, p. 6. = Notes sur les Reptiles fossiles : 9. De la présence du type dinosaurien dans le — du Nord de la France, par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 439.
Genève (Suisse). Sur un ancien Glacier des environs de —, par M. Tardy, p. 181.
Géogénie. Progrès récents de la —, par M. Blandet, p. 43.
Géologie. Note sur la — de la ligne de Lunel au Vigan, par M. Torcapel (Pl. I), p. 15. = Exploration géologique du Pas-de-Calais, par MM. Delesse, de Lapparent et Potier. Observations de MM. Hébert et de Chancourtois, p. 57. = Profil géologique du chemin de fer de Rennes à Redon, par M. Delage (Pl. III), p. 226. = Note sur le terrain crétacé de la partie méridionale du bassin de Paris et sur l'Argile à silex d'Allogny (Cher), et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains, par M. de Cossigny (Pl. IV). Observations de M. Douvillé, p. 230. = Sur la constitution géologique de la partie

méridionale du gouvernement de Nijni-Novgorod, par M. de Mœller (analysé par M. *Dollfus*), p. 324. = Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près Cormeilles - en - Parisis (Seine-et-Oise), par MM. Vasseur et Carez (Pl. XIV). Observations de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471. = Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations de fossiles corrélatives de ce phénomène ; conséquences géologiques qu'on peut en déduire, par M. Daubrée (Pl. XIX). Observations de MM. Labat et Dollfus, p. 529.

Germolles (Saône-et-Loire). Observations faites dans les carrières de —, par M. Collot. Observations de M. Pellat, p. 652.

Gisors (Eure). Sur la couche à Lépidostées de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près —, par M. Vasseur (Pl. VI). Observations de M. Hébert, p. 295.

Gîtes métallifères. Sur les — de la Corse, par M. Hollande, p. 30.

Givry (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 25 août à —, par M. Didelot, p. 647.

Glacier. Stries pseudo-glaciaires, par M. Ebray, p. 55. = Des oscillations séculaires des — et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du Globe, par M. Mallard. Observations de M. Gruner. Réponse de M. Mallard, p. 69. = Un ancien — des environs de Genève, par M. Tardy, p. 181. = Les — miocènes en Bresse, par M. Tardy, p. 184. = Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme, par M. Renevier, p. 187. Observations de M. Tournouër, p. 223. = La vérité sur la Mer Glaciale au pied des Alpes, par M. Mayer. Observations de M. Tournouër, p. 199. = Les — pliocènes, par M. Tardy, p. 285. = Faux Blocs erratiques de la Plata ; prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud, par M. Crevaux (Pl. VII). Observations de MM. Hébert et Terquem, p. 304. = Sur l'Argile à silex et les phénomènes glaciaires, par M. de Cossigny, p. 675.

Globe. Des oscillations séculaires des Glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du —, par M. Mallard. Observations de M. Gruner. Réponse de M. Mallard, p. 69.

Gneiss. Sur une Roche intercalée dans le — de la Mantiqueire (Brésil), par M. Gorceix, p. 434.

Gorceix. Note sur la roche connue vulgairement au Brésil sous le nom de *Canga*, et sur le bassin d'eau douce de Fonseca (province de Minas Geraës), p. 321. = Sur une Roche intercalée dans le gneiss de la Mantiqueire (Brésil), p. 434. = Minéraux du Brésil, p. 522.

Grès de Nubie. Sur les Grès rouges de la Nubie, par M. Coquand, p. 159. = Les grès dits nubiens sont de plusieurs âges, par M. Pomel. Observations de M. Vélain, p. 524.

Gruner (L.). Observations sur la note de M. Mallard : Des oscillations séculaires des Glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du Globe. Réponse de M. Mallard, p. 73. = Observations, p. 340 et 735.

Gypse. Note sur un *Helix* du — des environs de Paris, par M. Vasseur, p. 124.

H

Hawaïen (archipel). Sur la présence du Quartz dans les laves péridotiques d'Oahu —, par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.

Hébert. Remarques à l'occasion des sondages exécutés par la Commission française dans le Pas-de-Calais en 1875, p. 58. = Observations sur la note de M. Vasseur : Sur la couche à Lépidostées de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près Gisors, p. 303. = Sur la position exacte de la zone à *Heterodiadema Libycum*. Observation de M. Pellat, p. 319. = Observations, p. 308, 341, 342, 351, 452 et 477.

Helix. Note sur un — du Gypse des environs de Paris, par M. Vasseur, p. 124.

Hérault (dép. de l'). Note sur la Géologie de la ligne de Lunel au Vigan, par M. Torcapel (Pl. I), p. 15.

Heterodiadema Libycum. Sur la position exacte de la zone à —, par M. Hébert. Observation de M. Pellat, p. 319.

Hettangien. Infrà-lias (étage —) de Mazenay, par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.

Heyrieu (Isère). Sur le cailloutis de la Fuly et les sables à Buccins des environs d' —, par M. Fontannes, p. 224.

Hippopotame. Sur un — fossile découvert à Bone (Algérie), par M. Gaudry (Pl. XVIII). Observations de M. Pomel, p. 501.

Hollande. Sur les gîtes métallifères de la Corse, p. 30. = Note sur les terrains tertiaires de la Corse, p. 34. = Le littoral de la Corse s'élève depuis l'époque quaternaire, p. 86. = Terrains sé-

dimentaires de la Corse, p. 431.
Homme. Note sur un dépôt de débris organiques et d'objets de fabrication humaine aux environs de Jarnac (Charente), par M. Boutillier, p. 28.

I

Iguanodon. Notes sur les Reptiles fossiles : 8. Sur un — du Jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer, par M. Sauvage (Pl. XII), p. 438.
Ille-et-Vilaine (dép. d'). Profil géologique du chemin de fer de Rennes à Redon, par M. Delage (Pl. III), p. 226. = Observations sur les terrains primaires du Nord du — et de quelques autres parties du massif breton, par MM. de Tromelin et Lebesconte, p. 583. = Étude sur les terrains des environs de Saint-Germain-sur-Ille —, par M. Delage, p. 623.
Indo-Chine. Notes sur l' —, par M. Ratte, p. 509.
Infrà-lias (étage hettangien) de Mazenay, par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.
Isère (dép. de l'). Sur le cailloutis de la Fuly et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu —, par M. Fontannes, p. 224.
Italie. Note sur les Roches porphyriques des environs du lac de Lugano, par M. Michel-Lévy, p. 111. = Histoire des terrains stratifiés de l' — centrale, se référant aux périodes primaire, paléozoïque, triasique, rhétienne et jurassique (2e partie), par M. Coquand, p. 126. = Sur l'exploitation des mines du Campiglièse par les anciens Étrusques, par M. Coquand, p. 150. = Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme, par M. Renevier, p. 187. Observations de M. Tournouër, p. 223. = Note sur la découverte de minerai d'étain en Toscane, par M. Caillaux, p. 293. = Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les Cavernes du Midi de la France et de la Ligurie, par M. Fischer. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329. = Note sur l'origine des eaux de Recoaro —, par M. Labat. Observations de MM. Mallard, Delesse et Tournaire, p. 443. = Note sur le grès macigno de la Toscane, par M. Labat, p. 446.
Ixtaccihuatl (Mexique). Présentation du récit de son Ascension à l' —, par M. Virlet d'Aoust, p. 470.

J

Jannettaz. Note : 1° sur l'analyse minéralogique de quelques Roches de la Haute-Savoie et sur leurs propriétés thermiques ; 2° sur les applications des propriétés thermiques à la Cristallographie, p. 116. = Allocution présidentielle, p. 370. = Note sur une Roche talqueuse de la Nouvelle-Calédonie, p. 449. = Sur la conductibilité thermique de certaines roches rendues artificiellement schisteuses, p. 553. = Note sur la propagation de la Chaleur dans les corps cristallisés (suite), p. 554.
Jarnac (Charente). Note sur un dépôt de débris organiques et d'objets de fabrication humaine aux environs de —, par M. Boutillier, p. 28.
Jura. Des Puits naturels et de leur remplissage dans le —, par M. Tardy, p. 178. = Sur les terrains jurassiques supérieurs de la Haute-Marne comparés à ceux du — suisse et français, par M. de Tribolet, p. 259. = Quelques mots sur la rivière d'Ain et le — à l'époque miocène, par M. Tardy, p. 577.

K

Kaolin. Sur un gisement de —, par M. Vilanova, p. 680.
Keuper. Sur la présence de Fossiles dans le — des environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire), par M. Pellat. Observation de M. Delesse, p. 369.

L

Labat. Note sur l'origine des eaux de Recoaro (Italie). Observations de MM. Mallard, Delesse et Tournaire, p. 443. = Note sur le grès macigno de la Toscane, p. 446. = Observations, p. 341 et 552.

LAPPARENT (Alb. DE). Note sur la relation des failles et des gisements éocènes du Nord de la France avec l'Argile à silex. Observations de MM. Munier-Chalmas, de Chancourtois et Hébert, p. 348. = Observations sur les communications de MM. Martin, Collenot et Delafond sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise, p. 671. = Observations, p. 369 et 735.

LAPPARENT (Alb. DE) et POTIER. Exploration géologique du Pas-de-Calais. Observations de MM. Hébert et de Chancourtois, p. 57.

Lave. Sur la présence du Quartz dans les — péridotiques d'Oahu (archipel hawaïen), par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.

LEBESCONTE (P.) et DE TROMELIN. Observations sur les terrains primaires du Nord du département d'Ille-et-Vilaine et de quelques autres parties du massif breton, p. 583.

Lépidostée. Sur la couche à — de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près Gisors, par M. Vasseur (Pl. VI). Observations de M. Hébert, p. 295.

Lévigny (Saône-et-Loire). Sur le Corallien de —, près Mâcon, par M. Tombeck, p. 556.

LEYMERIE. Observations sur la Note de M. Matheron sur les dépôts crétacés lacustres et d'eau saumâtre du Midi de la France, p. 429.

Lias inférieur de Borgy, par M. Pellat, p. 700. = — inférieur (étage sinémurien) de Mazenay ; — moyen et — supérieur (étages liasien et toarcien) de Rome-Château (Saône-et-Loire) ; — de Nolay (Côte-d'Or), par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.

Ligurie. Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les Cavernes du Midi de la France et de la —, par M. Fischer. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329.

Loire (Haute-) (dép. de la). Volcans de la — (suite), par M. Robert, p. 355.

LORY. Sur les causes probables de l'accumulation des ossements dans la brèche de Santenay. Observations de M. Collenot, p. 686. = Observations, p. 651, 652 et 689.

Lugano (Suisse). Note sur les Roches porphyriques des environs du lac de —, par M. Michel-Lévy, p. 111.

Lunel (Hérault). Note sur la Géologie de la ligne de — au Vigan, par M. Torcapel (Pl. I), p. 15.

Lyell (Charles). Notice sur la vie et les travaux de Sir —, par M. Davidson, p. 407.

M

Macigno. Note sur le grès — de la Toscane, par M. Labat, p. 446.

Mâcon (Saône-et-Loire). Sur le Corallien de Lévigny, près —, par M. Tombeck, p. 556.

MALLARD (Ern.). Des oscillations séculaires des Glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du Globe. Observations de M. Gruner, p. 69. = Réponse aux observations de M. Gruner, p. 82. = Observations, p. 446 et 735.

Mammifère. Sur quelques — des Phosphorites du Quercy, par M. Gaudry, p. 309. = Découverte de débris d'un — fossile près de Bone (Algérie), par M. Papier, p. 500.

Mantiqueire (Brésil). Sur une Roche intercalée dans le gneiss de la —, par M. Gorceix, p. 434.

MARCOU. Observations, p. 452.

Marne (Haute-) (dép. de la). Note sur le Corallien et l'Argovien de la —, par M. Tombeck, p. 162. = Sur les terrains jurassiques supérieurs de la — comparés à ceux du Jura suisse et français, par M. de Tribolet, p. 259.

MARTIN (J.). Sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise, p. 653. Observations de M. de Lapparent, p. 671.

MATHERON. Note sur les dépôts crétacés lacustres et d'eau saumâtre du Midi de la France. Observations de MM. Leymerie et Munier-Chalmas, p. 415. = Observations, p. 363.

MAYER (Ch.). La vérité sur la Mer Glaciale au pied des Alpes. Observations de M. Tournouër, p. 199. = Sur les Fossiles du terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln (Suisse). Observations de MM. Fischer, Matheron et Munier-Chalmas, p. 361.

Mazenay (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 27 août à —, par M. Didelot, p. 695. = Zone à *Avicula contorta*, Infrà-lias et Lias inférieur (étages rhétien, hettangien et sinémurien) de —, par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705. = Renseignements sur les mines de — fournis par l'Administration des mines et résumés par M. Didelot, p. 718.

Mer. Exemples de formation contemporaine de la Pyrite de fer dans l'eau de la —, par M. Daubrée, p. 53. = Présentation d'une Lettre sur le Niveau moyen des —, par M. Virlet d'Aoust, p. 469.

Mer Glaciale. La vérité sur la — au pied des Alpes, par M. Mayer. Observations de M. Tournouër, p. 199.
MERCEY (N. DE). Note sur la direction adoptée pour le tracé des coupes de la Carte géologique du département de la Somme, et sur certains rapports entre la structure du sol de la Picardie et celle du détroit du Pas-de-Calais, p. 559.
Météorites. Expériences faites pour expliquer les alvéoles de forme arrondie que présente très-fréquemment la surface des —, par M. Daubrée, p. 505.
Météorologie. Des oscillations séculaires des Glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du Globe, par M. Mallard. Observations de M. Gruner. Réponse de M. Mallard, p. 69.
MEUGY. Sur un terrain remanié recouvrant le Gault dans la commune de Saulces-Monclin (Ardennes), p. 6. = Note sur le prolongement des couches du terrain crétacé dans la partie nord-ouest du département des Ardennes. Observations de M. Barrois, p. 8.
Mexique. Présentation du récit de ses Ascensions au Popocatépetl et à l'Iztaccihuatl —, par M. Virlet d'Aoust, p. 470.
MICHEL-LÉVY. Note sur les Roches porphyriques des environs du lac de Lugano, p. 111. = Réponse à la Note de M. Delafond sur les terrains porphyrique, houiller et permien de l'Autunois, et Observations sur la Roche verte des environs de Cussy-en-Morvan. Observations de MM. Gruner, de Lapparent, Mallard, Noguès et de Chancourtois, p. 729. = Note sur les Roches éruptives vues par la Société dans sa course du 30 août 1876, p. 749.
Minas Geraës (Brésil). Sur le bassin d'eau douce de Fonseca (province de —), par M. Gorceix, p. 321.
Minéraux du Brésil, par M. Gorceix, p. 522.
Mines. Sur l'exploitation des — du Campigliese par les anciens Étrusques, par M. Coquand, p. 150. = Renseignements sur les — de Mazenay fournis par l'administration des — et résumés par M. Didelot, p. 718.
Miocène. Les Glaciers — en Bresse, par M. Tardy, p. 184. = Quelques mots sur la rivière d'Ain et le Jura à l'époque —, par M. Tardy, p. 577.
Môle. Stratigraphie de la montagne du—, par M. Ébray, p. 568.
MŒLLER (DE). Sur la constitution géologique de la partie méridionale du gouvernement de Nijni-Novgorod (analysé par M. *G. Dollfus*), p. 324.
MOREL DE GLASVILLE. Sur la cavité crânienne et la position du trou optique dans le *Steneosaurus Heberti* (Pl. VIII et IX), p. 342.
Moselle (dép. de la). Recherches sur les Foraminifères du Bajocien de la —, par M. Terquem (Pl. XV-XVII), p. 477.
MUNIER-CHALMAS. Observations, p. 341, 342, 351, 363, 431 et 476.
Muse (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 29 août à —, par M. Didelot, p. 699.

N

Neaufles-Saint-Martin (Eure). Sur la couche à Lépidostées de l'argile de —, près Gisors, par M. Vasseur (Pl. VI). Observations de M. Hébert, p. 295.
Nécrologie. Allocution présidentielle, par M. Jannettaz, p. 370. = Étude sur la vie et les travaux paléontologiques d'Adolphe Brongniart, par M. de Saporta, p. 373. = Notice sur la vie et les travaux de Sir Charles Lyell, par M. Davidson, p. 407.
Nijni-Novgorod (Russie). Sur la constitution géologique de la partie méridionale du gouvernement de —, par M. de Mœller (analysé par M. *G. Dollfus*), p. 324.
NOGUÈS. Observations, p. 736.
Nolay (Côte-d'Or). Lias et Calcaire à entroques de —, par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.
Nubie. Sur les Grès rouges de la —, par M. Coquand, p. 159. = Les grès dits nubiens sont de plusieurs âges, par M. Pomel. Observations de M. Vélain, p. 524.
Nummulitique. Sur les Fossiles du terrain — des environs d'Einsiedeln (Suisse), par M. Mayer. Observations de MM. Fischer, Matheron et Munier-Chalmas, p. 361.

O

Oahu (archipel hawaïen). Sur la présence du Quartz dans les laves péridotiques d' —, par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.

Oolithe inférieure et Grande — de Santenay, par M. Pellat. p. 700.
Orléanais. Note sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie de l'—, par M. Douvillé (Pl. II), p. 92. Observations de M. Tournouër, p. 110.
Oscillation du sol. Le littoral de la Corse s'élève depuis l'époque quaternaire, par M. Hollande, p. 86. = Sur une — observée à Saint-Sernin-du-Bois, par M. Sebille. Observations de M. Collenot, p. 736.
Ossements. Sur les causes probables de l'accumulation des — dans la brèche de Santenay, par M. Lory. Observations de M. Collenot, p. 686. = Note sur le gisement ossifère de Santenay, par M. Beaudouin, p. 689.

P

PAPIER. Découverte de débris d'un Mammifère fossile près de Bone (Algérie), p. 500.
Paris. Note sur un *Helix* du Gypse des environs de —, par M. Vasseur, p. 124.
Paris (bassin de). Note sur le terrain crétacé de la partie méridionale du — et sur l'Argile à silex d'Allogny (Cher), et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains, par M. de Cossigny (Pl. IV). Observations de M. Douvillé, p. 230. = Description d'espèces nouvelles du —, par M. de Raincourt (Pl. V), p. 290. = Description de quelques fossiles nouveaux du —, par M. de Raincourt (Pl. X), p. 352. = Émersion du Sud et de l'Est du bassin parisien à la fin de la période jurassique, et extension de la limite inférieure de l'étage portlandien du Boulonnais, par M. Pellat. Observations de M. de Lapparent, p. 364.
Pas-de-Calais. Exploration géologique du —, par M. Delesse, p. 57. = *Id.*, par MM. de Lapparent et Potier, p. 57. = Remarques à l'occasion des sondages exécutés par la Commission française dans le — en 1875, par M. Hébert, p. 58. = Observations sur l'exploration géologique du — et sur la question du Tunnel, par M. de Chancourtois, p. 61. = Note sur certains rapports entre la structure du sol de la Picardie et celle du détroit du —, par M. de Mercey, p. 559. — Une variété de puits dans la Craie du —, par M. Tardy, p. 583.
PELLAT. Émersion du Sud et de l'Est du bassin parisien à la fin de la période jurassique, et extension de la limite inférieure de l'étage portlandien du Boulonnais. Observations de M. de Lapparent, p. 364. = Sur la présence de fossiles dans le Keuper des environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire). Observation de M. Delesse, p. 369. = Sur le terrain jurassique des environs de Châlon-sur-Saône. Observations de MM. Delafond et Lory, p. 648. = Lias inférieur de Borgy; Oolithe inférieure et Grande Oolithe de Santenay, p. 700. = Zone à *Avicula contorta*, Infrà-Lias et Lias inférieur (étages rhétien, hettangien et sinémurien) de Mazenay; Lias moyen et Lias supérieur (étages liasien et toarcien) de Rome-Château (Saône-et-Loire); Lias et Calcaire à entroques de Nolay (Côte-d'Or) (Pl. XXI), p. 705. = Compte-rendu de l'excursion du 30 août à Auxy, La Coudre, Antully et Drevin (Pl. XXI). Observations de MM. de Rouville, Delafond et Collenot. p. 738. = Observations, p. 321, 477 et 653.
Phosphorite. Sur quelques Mammifères des — du Quercy, par M. Gaudry, p. 309.
Picardie. Note sur la direction adoptée pour le tracé des coupes de la Carte géologique du département de la Somme, et sur certains rapports entre la structure du sol de la — et celle du détroit du Pas-de-Calais, par M. de Mercey, p. 559.
Plata. Faux Blocs erratiques de la —; prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud, par M. Crevaux (Pl. VII). Observations de MM. Hébert et Terquem, p. 304.
Pliocène. Relations du — et du Glaciaire aux environs de Côme, par M. Renevier, p. 187. Observations de M. Tournouër, p. 223. = Les Glaciers —, par M. Tardy, p. 285.
Plombières (Haute-Saône). Sur la présence de la Tridymite dans les briques zéolithiques de —, par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.
Polycotylus. Notes sur les Reptiles fossiles : 7. De la présence du genre — dans le Jurassique supérieur et la Craie du Nord de la France, par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 435.
POMEL. Les grès dits nubiens sont de plusieurs âges. Observations de M. Vélain, p. 524. = Observations, p. 341 et 504.
Popocatépetl (Mexique). Présentation du récit de son Ascension au —, par M. Virlet d'Aoust, p. 470.
Porphyre. Note sur les Roches porphyriques des environs du lac de Lugano,

par M. Michel-Lévy, p. 111. = Note sur les terrains porphyrique... de l'Autunois, par M. Delafond (Pl. XX). Réponse à la Note de M. Delafond, par M. Michel-Lévy. Observations de MM. Gruner, de Lapparent. Mallard, Noguès et de Chancourtois, p. 724.
Portlandien. Émersion du Sud et de l'Est du bassin parisien à la fin de la période jurassique, et extension de la limite inférieure de l'étage — du Boulonnais, par M. Pellat. Observations de M. de Lapparent, p. 364.
POTIER et DE LAPPARENT. Exploration géologique du Pas-de-Calais. Observations de MM. Hébert et de Chancourtois, p. 57.
Prix Viquesnel, p. 56. = Allocution présidentielle, par M. Jannettaz, p. 370.
Protomyia. Note sur une nouvelle espèce de Diptère fossile du genre — (— *Oustaleti*), trouvée à Chadrat (Auvergne), par M. Brongniart (Pl. XIII), p. 459.
Puits naturels. Des — et de leur remplissage dans le Jura, par M. Tardy, p. 178. = Une variété de puits dans la Craie du Pas-de-Calais, par M. Tardy, p. 583.
Pyrite. Exemples de formation contemporaine de la — de fer dans des sources thermales et dans l'eau de la mer, par M. Daubrée, p. 53.

Q

Quartz. Sur la présence du — dans les laves péridotiques d'Oahu (archipel hawaïen), par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.
Quercy. Sur quelques Mammifères des Phosphorites du —, par M. Gaudry, p. 309.

R

RAINCOURT (DE). Description d'espèces nouvelles du bassin de Paris (Pl. V), p. 290. = Description de quelques Fossiles nouveaux du bassin de Paris (Pl. X), p. 352.
RATTE. Notes sur l'Indo-Chine, p. 509.
Recoaro (Italie). Note sur l'origine des eaux de —, par M. Labat. Observations de MM. Mallard, Delesse et Tournaire, p. 443.
Redon (Ille-et-Vilaine). Profil géologique du chemin de fer de Rennes à —, par M. Delage (Pl. III), p. 226.
RENEVIER. Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme, p. 187. Observations de M. Tournouër, p. 223.
Rennes (Ille-et-Vilaine). Profil géologique du chemin de fer de — à Redon, par M. Delage (Pl. III), p. 226.
Reptiles. Notes sur les — fossiles : 7. De la présence du genre *Polycotylus* dans le Jurassique supérieur et la Craie du Nord de la France ; 8. Sur un *Iguanodon* du Jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer ; 9. De la présence du type dinosaurien dans le Gault du Nord de la France, par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 435. = Les — des schistes bitumineux d'Autun, par M. Gaudry (Pl. XXII), p. 720.
Réunion extraordinaire. Procès-verbaux de la — à Châlon-sur-Saône et à Autun, par M. Didelot (Pl. XX-XXII), p. 635.
Rhétien. Zone à *Avicula contorta* (étage —) de Mazenay, par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.
ROBERT (F.). Volcans de la Haute-Loire (suite), p. 355.
Roche. Note sur les — porphyriques des environs du lac de Lugano. par M. Michel-Lévy, p. 111. = Note sur l'analyse minéralogique de quelques — de la Haute-Savoie et sur leurs propriétés thermiques, par M. Jannettaz, p. 116. = Note sur la — connue vulgairement au Brésil sous le nom de *Canga*, par M. Gorceix, p. 321. = Sur une — intercalée dans le gneiss de la Mantiqueire (Brésil), par M. Gorceix, p. 434. = Note sur une — talqueuse de la Nouvelle-Calédonie, par M. Jannettaz, p. 449. = Expériences sur la schistosité des — et sur les déformations de fossiles corrélatives de ce phénomène ; conséquences géologiques qu'on peut en déduire, par M. Daubrée (Pl. XIX). Observations de MM. Labat et Dollfus, p. 553. = Sur la conductibilité thermique de certaines — rendues artificiellement schisteuses, par M. Jannettaz, p. 529. = Sur le rôle de la Silice dans la formation des —, par M. Vilanova, p. 679. = Observations sur la — verte des environs de Cussy-en-Morvan, par M. Michel-Lévy. Observations de MM. Gruner, de Lapparent, Mallard, Noguès et de Chancourtois, p. 729. = Note sur les — éruptives vues par la Société dans sa course du 30 août 1876, par M. Michel-Lévy, p. 749.
Rome-Château (Saône-et-Loire). Lias moyen et Lias supérieur (étages liasien et toarcien) de —, par M. Pellat (Pl.

XXI), p. 705.
ROSEMONT (DE). La brèche quaternaire de Santenay. Observations de M. Vilanova, p. 692. = Observations, p. 342.
ROUVILLE (DE). Observations, p. 749.
ROYS (DE). Note sur les terrains des environs de Beaucaire, p. 170.
Russie. Sur la constitution géologique de la partie méridionale du gouvernement de Nijni-Novgorod, par M. de Mœller (analysé par *M. G. Dollfus*), p. 324.

S

Saint-Gengoux-le-Royal (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 25 août à —, par M. Didelot, p. 647.
Saint-Germain-sur-Ille (Ille-et-Vilaine). Étude sur les terrains des environs de —, par M. Delage, p. 623.
Saint-Hilaire (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 24 août à —, par M. Delafond, p. 640.
Saint-Maur (Seine). Sur un gisement de coquilles fossiles du Diluvium dans la presqu'île de —, par M. Delille, p. 360.
Saint-Sernin-du-Bois (Saône-et-Loire). Sur une Oscillation du sol observée à —, par M. Sebille. Observations de M. Collenot, p. 736.
Salève. Stratigraphie du Mont —, par M. Ébray, p. 460.
Sancerrois. Note sur le Système du — et le terrain sidérolithique du Berry, par M. Douvillé. Observations de M. Tournouër, p. 104. = Considérations sur les Failles et les Soulèvements ; réfutation de la prétendue nullité du Soulèvement du —, par M. de Cossigny, p. 453. = Remarques sur la note de M. Douvillé sur le Système du —, par M. Ébray, p. 576.
Santenay (Côte-d'Or). Compte-rendu de l'excursion du 26 août à —, par M. Didelot, p. 681. = Les animaux quaternaires de la montagne de —, par M. Gaudry, p. 682. = Sur les causes probables de l'accumulation des ossements dans la brèche de —, par M. Lory. Observations de M. Collenot, p. 686. = Note sur le gisement ossifère de —, par M. Beaudouin, p. 689. = La brèche quaternaire de —, par M. de Rosemont. Observations de M. Vilanova, p. 692. = Oolithe inférieure et Grande Oolithe de —, par M. Pellat, p. 700.
Saône (Haute-) (dép. de la). Sur la présence de la Tridymite dans les briques zéolithiques de Plombières, par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.
Saône-et-Loire (dép. de). Sur la présence de Fossiles dans le Keuper des environs de Couches-les-Mines —, par M. Pellat. Observation de M. Delesse, p. 369. = Sur le Corallien de Lévigny, près Mâcon, par M. Tombeck, p. 556. = Procès-verbaux de la Réunion extraordinaire à Châlon-sur-Saône et à Autun —, par M. Didelot (Pl. XX-XXII), p. 635. = V. *Autun* et *Châlon-sur-Saône*.
SAPORTA (G. DE). Étude sur la vie et les travaux paléontologiques d'Adolphe Brongniart, p. 373.
Saulces-Monclin (Ardennes). Sur un terrain remanié recouvrant le Gault dans la commune de —, par M. Meugy, p. 6.
SAUVAGE (H.-E.). Notes sur les Reptiles fossiles : 7. De la présence du genre *Polycotylus* dans le Jurassique supérieur et la Craie du Nord de la France; 8. Sur un *Iguanodon* du Jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer ; 9. De la présence du type dinosaurien dans le Gault du Nord de la France (Pl. XI et XII), p. 435. = Observations, p. 341 et 342.
Savoie (Haute-) (dép. de la). Note sur l'analyse minéralogique de quelques Roches de la — et sur leurs propriétés thermiques, par M. Jannettaz, p. 116. = Stratigraphie du Mont Salève, par M. Ébray, p. 460. = Stratigraphie de la montagne du Môle, par M. Ébray, p. 568.
Schistosité. Expériences sur la — des roches et sur les déformations de fossiles corrélatives de ce phénomène ; conséquences géologiques qu'on peut en déduire, par M. Daubrée (Pl. XIX). Observations de MM. Labat et Dollfus, p. 529. = Sur la conductibilité thermique de certaines roches rendues artificiellement schisteuses, par M. Jannettaz, p. 553.
SEBILLE. Sur une Oscillation du sol observée à Saint-Sernin-du-Bois. Observations de M. Collenot, p. 736.
Seine. Coupe géologique de la terrasse de la — à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis, par MM. Vasseur et Carez (Pl. XIV). Observations de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471.
Seine (dép. de la). Sur un gisement de coquilles fossiles du Diluvium dans la presqu'île de Saint-Maur —, par M. Delille, p. 360.
Seine-et-Oise (dép. de). Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis, par MM. Vasseur et Carez (Pl. XIV). Observa-

tions de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471.
Sidérolithique. Note sur le terrain — du Berry, par M. Douvillé. Observations de M. Tournouër, p. 104.
Silice. Sur le rôle de la — dans la formation des roches, par M. Vilanova, p. 679.
Sinémurien. Lias inférieur (étage —) de Mazenay, par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.
Somme (dép. de la). Note sur la direction adoptée pour le tracé des coupes de la Carte géologique du —, et sur certains rapports entre la structure du sol de la Picardie et celle du détroit du Pas-de-Calais, par M. de Mercey, p. 559.
Soulèvement. Considérations sur les Failles et les —; réfutation de la prétendue nullité du — du Sancerrois, par M. de Cossigny, p. 453.
Source thermale. Exemples de formation contemporaine de la Pyrite de fer dans des —, par M. Daubrée, p. 53.
Steneosaurus Heberti. Sur la cavité crânienne et la position du trou optique dans le —, par M. Morel de Glasville (Pl. VIII et IX), p. 342.
Stratigraphie du Mont Salève, par M. Ebray, p. 460. = — de la montagne du Môle, par M. Ebray, p. 568.
Stries pseudo-glaciaires, par M. Ebray, p. 55.
Structure du sol. Note sur certains rapports entre la — de la Picardie et celle du détroit du Pas-de-Calais, par M. de Mercey, p. 559.
Suisse. Note sur les Roches porphyriques des environs du lac de Lugano, par M. Michel-Lévy, p. 111. = Un ancien Glacier des environs de Genève, par M. Tardy, p. 181. = Sur les Fossiles du terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln —, par M. Mayer. Observations de MM. Fischer, Matheron et Munier-Chalmas, p. 361.
Surmoulin (Saône-et-Loire). Compte-rendu de l'excursion du 29 août à —, par M. Didelot, p. 699.
Système du Sancerrois. Note sur le —, par M. Douvillé. Observations de M. Tournouër, p. 104. = Remarques sur la Note de M. Douvillé sur le —, par M. Ebray, p. 576.

T

Talc. Note sur une Roche talqueuse de la Nouvelle-Calédonie, par M. Jannettaz, p. 449.
TARDY. Des Puits naturels et de leur remplissage dans le Jura, p. 178. = Un ancien Glacier des environs de Genève, p. 181. = Les Glaciers miocènes en Bresse, p. 184. = Les Glaciers pliocènes, p. 285. = Terrasses de 12 à 17 mètres et de 20 à 29 mètres, leur origine et leur âge, p. 326. = Quelques mots sur la rivière d'Ain et le Jura à l'époque miocène, p. 577. = Une variété de puits dans la Craie du Pas-de-Calais, p. 583.
TERQUEM. Recherches sur les Foraminifères du Bajocien de la Moselle (Pl. XV-XVII), p. 477. = Observations sur l'étude des Foraminifères (Pl. XIII), p. 506. = Observations, p. 308.
Terrain. Sur un — remanié recouvrant le Gault dans la commune de Saulces-Monclin (Ardennes), par M. Meugy, p. 6. = Histoire des — stratifiés de l'Italie centrale, se référant aux périodes primaire, paléozoïque, triasique, rhétienne et jurassique (2e partie), par M. Coquand, p. 126. = Note sur les — des environs de Beaucaire, par M. de Roys, p. 170. = — sédimentaires de la Corse, par M. Hollande, p. 431. = Étude sur les — des environs de Saint-Germain-sur-Ille (Ille-et-Vilaine), par M. Delage, p. 623.
Terrain ambrien. Sur un Fossile nouveau du Cambrien, par M. Dollfus, p. 470.
Terrain crétacé. Note sur le prolongement des couches du — dans la partie nord-ouest du département des Ardennes, par M. Meugy. Observations de M. Barrois, p. 8. = Sur les Grès rouges de la Nubie, par M. Coquand, p. 159. = Note sur le — de la partie méridionale du bassin de Paris et sur l'Argile à silex d'Allogny (Cher), et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains, par M. de Cossigny (Pl. IV). Observations de M. Douvillé, p. 230. = Note sur les — du Sud-Est de la France, par M. Toucas, p. 309. = Sur la position exacte de la zone à *Heterodiadema Libycum*, par M. Hébert. Observation de M. Pellat, p. 319. = Note sur les dépôts crétacés lacustres et d'eau saumâtre du Midi de la France, par M. Matheron. Observations de MM. Leymerie et Munier-Chalmas, p. 415. = Notes sur les Reptiles fossiles : 7. De la présence du genre *Polycotylus* dans la Craie du Nord de la France ; 9. *Id.* du type dinosaurien dans le Gault du Nord de la France, par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 435. = Les grès dits nubiens sont de plusieurs âges, par M. Pomel. Observations de M. Vélain, p. 524. = Une variété de puits dans la Craie

du Pas-de-Calais, par M. Tardy, p. 583. = Note sur les — de la côte Châlonnaise, par M. Delafond (Pl. XX), p. 641. = Sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise, par M. Delafond (Pl. XX). Observations de M. de Lapparent, p. 665.

Terrain houiller. Présentation d'un Rapport sur les recherches entreprises sur le — des vallées de l'Aumance et du Cher (Allier), par M. Virlet d'Aoust, p. 470. = Note sur le — de l'Autunois, par M. Delafond (Pl. XX). Réponse à la note de M. Delafond, par M. Michel-Lévy. Observations de MM. Gruner, de Lapparent, Mallard, Nogués et de Chancourtois, p. 724.

Terrain jurassique. Histoire des Terrains stratifiés de l'Italie centrale, se référant aux périodes... rhétienne et jurassique (2e partie), par M. Coquand, p. 126. = Note sur le Corallien et l'Argovien de la Haute-Marne, par M. Tombeck, p. 162. = Sur les — supérieurs de la Haute-Marne comparés à ceux du Jura suisse et français, par M. de Tribolet, p. 259. = Émersion du Sud et de l'Est du bassin parisien à la fin de la période jurassique, et extension de la limite inférieure de l'étage portlandien du Boulonnais, par M. Pellat. Observations de M. de Lapparent, p. 364. = Notes sur les Reptiles fossiles : 7. De la présence du genre *Polycotylus* dans le — supérieur du Nord de la France ; 8. Sur un *Iguanodon* du — de Boulogne-sur-Mer, par M. Sauvage (Pl. XI et XII), p. 435. = Recherches sur les Foraminifères du Bajocien de la Moselle, par M. Terquem (Pl. XV-XVII), p. 477. = Sur le Corallien de Lévigny, près Mâcon, par M. Tombeck, p. 556. = Note sur les — supérieurs de la côte Châlonnaise, par M. Delafond (Pl. XX), p. 641. = Sur le — des environs de Châlon-sur-Saône, par M. Pellat. Observations de MM. Delafond et Lory, p. 648. = Lias inférieur de Borgy, Oolithe inférieure et Grande Oolithe de Santenay, par M. Pellat, p. 700. = Zone à *Avicula contorta*, Infrà-lias et Lias inférieur (étage rhétien, hettangien et sinémurien) de Mazenay ; Lias moyen et Lias supérieur (étages liasien et toarcien) de Rome-Château (Saône-et-Loire) ; Lias et Calcaire à entroques de Nolay (Côte-d'Or), par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.

Terrain paléozoïque. Histoire des Terrains stratifiés de l'Italie centrale, se référant aux périodes...., paléozoïque,... (2e partie), par M. Coquand, p. 126.

Terrain permien. Les Reptiles des schistes bitumineux d'Autun, par M. Gaudry (Pl. XXII), p. 720. = Note sur les terrains... permien de l'Autunois, par M. Delafond (Pl. XX). Réponse à la note de M. Delafond par M. Michel-Lévy. Observations de MM. Gruner, de Lapparent, Mallard, Nogués et de Chancourtois, p. 724.

Terrain primaire. Histoire des Terrains stratifiés de l'Italie centrale, se référant aux périodes primaire,... (2e partie), par M. Coquand, p. 126. = Observations sur les — du Nord du département d'Ille-et-Vilaine et de quelques autres parties du massif breton, par MM. de Tromelin et Lebesconte, p. 583.

Terrain quaternaire. Note sur un dépôt de débris organiques et d'objets de fabrication humaine aux environs de Jarnac (Charente), par M. Boutillier, p. 28. = Le littoral de la Corse s'élève depuis l'époque quaternaire, par M. Hollande, p. 86. = Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme, par M. Renevier, p. 187. Observations de M. Tournouër, p. 223. = La vérité sur la Mer Glaciale au pied des Alpes, par M. Mayer. Observations de M. Tournouër, p. 199. = Faux Blocs erratiques de la Plata ; prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud, par M. Crevaux (Pl. VII). Observations de MM. Hébert et Terquem, p. 304. = Note sur la roche connue vulgairement au Brésil sous le nom de Canga, et sur le bassin d'eau douce de Fonseca (province de Minas Geraës), par M. Gorceix, p. 321. = Terrasses de 12 à 17 mètres et de 20 à 29 mètres, leur origine et leur âge, par M. Tardy, p. 326. = Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les Cavernes du Midi de la France et de la Ligurie, par M. Fischer. Observations de MM. Gruner, Munier-Chalmas, Labat, Pomel, Dollfus, de Vibraye, Tournouër, Hébert, Sauvage, Gaudry et de Rosemont, p. 329. = Sur un gisement de coquilles fossiles du Diluvium dans la presqu'île de Saint-Maur (Seine), par M. Delille, p. 360. = Matériaux pour l'Histoire des temps quaternaires, par M. Gaudry. Observations de MM. Marcou, Favre et Hébert, p. 451. = Les animaux quaternaires de la montagne de Santenay, par M. Gaudry, p. 682. = La brèche quaternaire de Santenay par M. de Rosemont, p. 692.

Terrain tertiaire. Note sur les — de la Corse, par M. Hollande, p. 34. = Note sur la constitution du — dans une partie du Gâtinais et de l'Orléanais, par M. Douvillé (Pl. II), p. 92. = Note sur le système du Sancerrois et le terrain sidérolithique du Berry, par M. Douvillé. Observations de M. Tour-

nouër, p. 104. = Note sur un *Helix* du Gypse des environs de Paris, par M. Vasseur, p. 124. = Un ancien Glacier des environs de Genève, par M. Tardy, p. 181. = Les Glaciers miocènes en Bresse, par M. Tardy, p. 184. = Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme, par M. Renevier, p. 187. Observations de M. Tournouër, p. 223. = La vérité sur la Mer Glaciale au pied des Alpes, par M. Mayer. Observations de M. Tournouër, p. 199. = Sur le cailloutis de la Fuly et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu (Isère), par M. Fontannes, p. 224. = Note sur ... l'Argile à silex d'Allogny (Cher), et Considérations géologiques générales à propos de ces terrains, par M. de Cossigny. Observations de M. Douvillé, p. 230. = Les Glaciers pliocènes, par M. Tardy, p. 285. = Sur la couche à Lépidostées de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près Gisors, par M. Vasseur (Pl. VI). Observations de M. Hébert, p. 295. = Note sur la relation des failles et des gisements éocènes du Nord de la France avec l'Argile à silex, par M. de Lapparent. Observations de MM. Munier-Chalmas, de Chancourtois et Hébert, p. 348. = Sur les Fossiles du terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln (Suisse), par M. Mayer. Observations de MM. Fischer, Matheron et Munier-Chalmas, p. 361. = Note sur le grès macigno de la Toscane, par M. Labat, p. 446. = Quelques mots sur la rivière d'Ain et le Jura à l'époque miocène, par M. Tardy, p. 577. = Sur les Argiles à silex de la côte Châlonnaise, par M. Martin, p. 653. = *Id.*, par M. Collenot, p. 656. = *Id.*, par M. Delafond (Pl. XX). Observations de M. de Lapparent, p. 665. = Sur l'Argile à silex de la côte Châlonnaise, par M. Arcelin, p. 673. = Sur l'Argile à silex et les phénomènes glaciaires, par M. de Cossigny, p. 675.

Terrain triasique. Histoire des Terrains stratifiés de l'Italie centrale, se référant aux périodes.... triasique,.... (2e partie), par M. Coquand, p. 126. = Sur la présence de Fossiles dans le Keuper des environs de Couches-les-Mines (Saône-et-Loire), par M. Pellat. Observation de M. Delesse, p. 369.

Terrasses de 12 à 17 mètres et de 20 à 29 mètres, leur origine et leur âge, par M. Tardy, p. 326. = Coupe géologique de la — de la Seine à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise), par MM. Vasseur et Carez (Pl. XIV). Observations de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471.

Thermiques (propriétés). Note : 1° sur l'analyse minéralogique de quelques Roches de la Haute-Savoie et sur leurs —; 2° sur les applications des — à la Cristallographie, par M. Jannettaz, p. 116. = Sur la conductibilité thermique de certaines roches rendues artificiellement schisteuses, par M. Jannettaz, p. 553. = V. *Chaleur*.

Toarcien. Lias supérieur (étage —) de Rome-Château (Saône-et-Loire), par M. Pellat (Pl. XXI), p. 705.

TOMBECK. Note sur le Corallien et l'Argovien de la Haute-Marne, p. 162. = Sur le Corallien de Lévigny, près Mâcon, p. 556.

TORCAPEL. Note sur la Géologie de la ligne de Lunel au Vigan (Pl. I), p. 15.

Toscane. Note sur la découverte de minerai d'étain en —, par M. Caillaux, p. 293. = Note sur le grès macigno de la —, par M. Labat, p. 446.

TOUCAS. Note sur les terrains crétacés du Sud-Est de la France, p. 309.

TOURNAIRE. Observations, p. 446.

TOURNOUËR. Observations sur les Notes de M. Douvillé sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie du Gâtinais et de l'Orléanais, et sur le Système du Sancerrois et le terrain sidérolithique du Berry, p. 110. = Observations sur la note de M. Renevier : Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme, et sur la note de M. Mayer : La vérité sur la Mer Glaciale au pied des Alpes, p. 223. = Observations sur la note de MM. Vasseur et Carez : Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise), p. 476. = Observations, p. 341.

TRIBOLET (M. DE). Sur les terrains jurassiques supérieurs de la Haute-Marne comparés à ceux du Jura suisse et français, p. 259.

Tridymite. Sur la présence de la — dans les briques zéolithiques de Plombières, par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.

TROMELIN (G. DE) et LEBESCONTE. Observations sur les terrains primaires du Nord du département d'Ille-et-Vilaine et de quelques autres parties du massif breton, p. 583.

Tunnel. Observations sur l'exploration géologique du Pas-de-Calais et sur la question du —, par M. de Chancourtois, p. 61.

V

Vasseur (G.). Note sur un *Helix* du Gypse des environs de Paris, p. 124. = Sur la couche à Lépidostées de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près Gisors (Pl. VI). Observations de M. Hébert, p. 295.
Vasseur et **Carez**. Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise) (Pl. XIV). Observations de MM. Munier-Chalmas, Tournouër, Hébert et Pellat, p. 471.
Vélain. Observations, p. 524 et 528.
Vibraye (de). Observations, p. 341.
Vigan (Le) (Gard). Note sur la Géologie de la ligne de Lunel au —, par M. Torcapel (Pl. I), p. 15.
Vilanova (Jean). Sur le rôle de la Silice dans la formation des roches et sur un gisement de Kaolin, p. 679. = Observations, p. 695.
Viquesnel. Prix —, p. 56.
Virlet d'Aoust. Présentation d'une lettre sur le Niveau moyen des mers, d'un Rapport sur les recherches entreprises sur le terrain houiller des vallées de l'Aumance et du Cher (Allier) et du récit de ses Ascensions au Popocatépetl et à l'Iztaccihuatl (Mexique), p. 469.
Volcans de la Haute-Loire, par M. Robert (suite), p. 355.

Z

Zeolithes. Sur la présence de la Tridymite dans les briques zéolithiques de Plombières, par M. Daubrée. Observations de M. Vélain, p. 523.

TABLE DES GENRES ET DES ESPECES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS OU DÉNOMMÉS A NOUVEAU,

ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES (1) DANS CE VOLUME.

Acaste mimus, Salt., 598.
Acroculia Lorierei, Vern. sp., 614.
Actinodon Frossardi, A. Gaud., 721 (Pl. XXII).
Adranaria, M.-Ch., 597.
— Crossei, M.-Ch., 597.
— Tromelini, M.-Ch., 597.
Allorisma Dureti, Rou. sp., 614.
Ammonites compsus, Opp.?, 22.
Anatina Dureti, Rou., 614.
Arca Gysseyi, de Rainc., 290 (Pl. V, fig. 7-7 *b*).
Athyris Blacki, Rou. sp., 611.
Atrypa inornata, d'Orb., 611.
Avicula matutinalis, d'Orb., 614.
— retroflexa, Edg.? (*non* His.), 617.
Bifrontia spirata, de Rainc., 291 (Pl. V, fig. 5-5 *b*).
Bolivina sp., 508 (Pl. XIII, fig. 4 *a-c*).
Bronteus thysanopeltis, Caill. (*non* Barr.), 612.
Calymene Bayani, Trom. Lebesc., 599.
Capulus aspridens, Barr., 607.
— Lorierei, Vern., 614.
Cardiola gibbosa, Barr., 605.
— *interrupta*, Sow., 605.
— *retrostriata*, von Buch sp., 605.
Cardiolaria Barrandei, M.-Ch., 597.
Cardium anguliferum, Rœm., 605.
— palmatum, Goldf., 605.
Clidophorus amygdalus, Salt., 598.
Caleoprion ? Sandbergeri, Barr., 604.
Cornuspira granulosa, Terq., 481.
— infraoolithica, Terq., 481.
Cristellaria anceps, Terq., 492 (Pl. XVI, fig. 23).
— foliacea, Schwag., 480.
— *hybrida*, Terq., 480 et 493 (Pl. XVI, fig. 26).
lepida, Schwag., 480.
oolithica, Terq., 493 (Pl. XVI, fig. 27 *a*-28 *b*).
Cristellaria reticulata, Schwag., 494 (Pl. XVII, fig. 1-9 *b*).
— Schlœnbachi, Schwag., 480.
— *semi-involuta*, Terq., 493 (Pl. XVI, fig. 24 et 25).
Crocodile, 302 (Pl. VI, fig. 22 et 23).
Ctenacanthus abnormis, Giebel, 609.
— Bohemicus, Barr., 609.
Ctenodonta Bertrandi, Salt. (*non* Rou.), 597.
— *erratica*, Trom., 597.
— *Riberoi*, Sharpe, 597.
Cyathophyllum Celticum ?, Lonsd. sp., 612.
— spiriferens, Caill., 612
Cypræa Acyensis, de Rainc., 293 (Pl. V, fig. 8 et 8 *a*).
Cypricardia Davidsoni, Rou., 611.
— Ludovicana, Rou., 611.
— Mariana, Rou., 611.
Cyrtolitus Boblayei. Rou., 614.
Dalmanites Dujardini, Vern. Barr., 598.
— *incertus*, Desl. sp., 598.
— incertus, Rou. (*non* Desl.), 601.
— *Lebescontei*, Vern. coll., 599.
— *Micheli*, Trom., 599.
— *mimus*, Salt. sp., 598.
— *Phillipsi*, Barr., 599.
— *Rouaulti*, Trom. Lebesc., 601.
Dentalina succincta, Terq., 482 (Pl. XV, fig. 9).
Discina hamifera, Barr. sp., 598.
Dinosaurien, 442 (Pl. XII, fig. 1-1 *b*).
Emyde, 302 (Pl. VI, fig. 26-30).
Eulima Ludovicæ, de Rainc., 354 (Pl. X, fig. 5).
Favosites Goldfussi, d'Orb., 612.
— *punctatus*, Bouillier, 611.
Flabellina centralis, Terq., 492 (Pl. XVI, fig. 22).
— *disparilis*, Terq., 490 (Pl. XVI, fig. 17).

(1) Les noms en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

Flabellina ferruginea, Terq., 491 (Pl. XVI, fig. 18 et 19).
— *intermedia*, Terq., 491 (Pl. XVI, fig. 20 et 21).
— *primordialis*, Terq., 480 et 489 (Pl. XVI, fig. 14).
— semi-cristellaria, Schwag., 480.
— *semi-involuta*, Terq., 490 (Pl. XVI, fig. 16).
— *triquetra*, Terq., 490 (Pl. XVI, fig. 15).
Glandulina bajociana, Terq., 482 (Pl. XV, fig. 4-8).
Globulina oolithica, Terq., 497 (Pl. XVII, fig. 12).
Goldius Bureaui, Trom. Lebesc., 612.
Grammatomysia Armoricana, M.-Ch., 614.
Cordieri, Rou. sp., 614.
— *Davidsoni*, Rou. sp., 611.
grammysioïdes, Salt. sp., 614.
— Halli, M.-Ch., 611.
Ludovicana, Rou. sp., 611.
— *Mariana*, Rou. sp., 611.
Helix sp., 124.
Hexaprotodon. V. *Hippopotamus*.
Hippopotamus hipponensis, A. Gaud., 501 (Pl. XVIII).
Homalonotus Brongniarti, Desl. sp., 600.
— Brongniarti, Rou. (*non* Desl.), 600.
— Brongniarti, Vern. Barr. (*non* Desl.), 600.
fugitivus, Trom., 600.
— *Gahardensis*, Trom. Lebesc., 600.
— *Vicaryi*, Salt., 600.
— *Vieillardi*, Trom. Dollf.?, 600.
Iguanodon præcursor, Sauvg., 438 (Pl. XII, fig. 5 et 5 *a*).
Isocardia eocænica, de Rainc., 353 (Pl. X, fig. 6 et 6 *a*).
Lepidosteus Maximiliani, Ag. sp., 300 (Pl. VI, fig. 1-21).
Leptæna clausa, Vern., 611.
— Leblanci, Rou., 611.
Lingula Morierei, Trom., 589.
— sp., Dav., 589.
Lituola sp., 508 (Pl. XIII, fig. 3).
Lyrodesma Dufeti, Trom. Lebesc., 597.
— Gallica, M.-Ch., 597.
— Sacheri, M.-Ch., 597.
— *securis*, Trom. Lebesc., 597.
Machærius abnormis, Gieb. sp., 609.
— Archiaci, Rou., 609.
— *Bohemicus*, Barr. sp., 609.
— *Larteti*, Rou., 609.
Marginulina biangulata, Terq., 485 (Pl. XV, fig. 21 et 22).
contracta, Terq., 489 (Pl. XVI, fig. 10-13).
Marginulina ferruginea, Terq., 488 (Pl. XVI, fig. 6).
flabelloides, Terq., 480 et 486 (Pl. XV, fig. 25 et 26).
— *harpula*, Terq., 485 (Pl. XV, fig. 18 et 19).
— *heteropleura*, Terq., 486 (Pl. XV, fig. 27 et 28).
— *interrupta*, Terq., 488 (Pl. XVI, fig. 7).
— *ligata*, Terq., 484 (Pl. XV, fig. 15-17).
— *macilenta*, Terq., 487 (Pl. XV, fig. 29 et 30).
— *pauperata*, Terq., 486 (Pl. XV, fig. 23 et 24).
— *pinguis*, Terq., 487 (Pl. XVI. fig. 1-5).
— *postera*, Terq., 484 (Pl. XV. fig. 14).
— *solida*, Terq., 488 (Pl. XVI. fig. 8-9 *b*).
— *sparsicosta*, Terq., 483 (Pl. XV, fig. 12-13 *b*).
— *triangularis*, Terq., 485 (Pl. XV, fig. 20 *a* et *b*).
Megalosaurus sp., Sauvg., 440 (Pl. XII, fig. 2 et 3).
— —, Sauvg., 441 (Pl. XI, fig. 2 et 2 *a*).
Meganteris Archiaci, Vern. sp., 611.
— *Deshayesi*, Caill. sp., 611.
Modiolopsis Edgelli, M.-Ch., 598.
— *Heberti*, M.-Ch., 597.
Natica gregaria, Barr., 607.
Neæra Boursaulti, de Rainc., 352 (Pl. X, fig. 7-7 *b*).
— *Herouvallensis*, de Rainc., 352 (Pl. X, fig. 8-8 *b*).
Nerita Sainti, de Rainc., 353 (Pl. X, fig. 3-3 *b*).
Nodosaria mutabilis, Terq., 481 (Pl. XV, fig. 3).
Orbulina macropora, Terq., 481 (Pl. XV. fig. 1).
Oriostoma Barrandei, M.-Ch., 607.
Orthis Budleighensis, Dav., 595.
— Bussacensis, Sharpe, 595.
— *caduca*, Barr., 603.
— Danjoui, Rou., 603.
— *fascicularis*, d'Orb., 612.
— *Filiceræi*, Rou.?, 595.
— *Hamoni*, Rou., 612.
— Michelini, Vern. (*non* Léveillé), 612.
— *Monnieri*, Rou., 595.
— orbicularis, Arch. Vern. (*non* Sow.), 612.
— orbicularis, Caill. (*non* Sow.), 612.
— *redux*, Barr., 593.
— redux, Salter, etc. (*non* Barr.), 595.
— testudinaria, Vern. Barr., etc. (*non* Dalm.), 595.

Orthis Vicaryi, Dav., 595.
Orthoceras gregarium, Rou. (*non* Sow.), 614.
— *Rouaulti*, Trom. Lebesc., 614.
Orthonota grammysioides, Salter, 614.
Orthonychia aspridens, Barr. sp., 607.
Phacops apiculatus, Mac Coy (*non* Salt.), 598.
— Dujardini, Rou., 598.
— mimus, Salt., 598.
— sp., Salt., 598.
Pholas Cordieri, Rou., 614.
Placopsilina polypiarum, Terq., 483 (Pl. XV, fig. 10 et 11).
Platyceras Boblayei, Rou. sp., 614.
Pleurodictyum Constantinopolitanum, Rœm., 615.
— problematicum, Dalimier (*non* Goldf.), 615.
Pleurotoma Francisci, de Rainc., 355 (Pl. X, fig. 1-1 *b*).
— *Lapparenti*, de Rainc., 354 (Pl. X, fig. 2-2 *b*).
Polycotylus suprajurensis, Sauvg., 436 (Pl. XI, fig. 1-1 *b*).
— *sp.*, Sauvg., 437 (Pl. XII, fig. 4).
Polymorphina bilocularis, Terq., 497 (Pl. XVII, fig. 13 *a*-16).
— *cruciata*, Terq., 498 (Pl. XVII, fig. 18-22).
— *triloba*, Terq., 498 (Pl. XVII, fig. 17).
Pomatias Ressonii, de Rainc., 292 (Pl. V, fig. 4-4 *c*).
Productus caperatus, Aut., 619.
Protomyia Bucklandi, Heer, 459 (Pl. XIII, fig. 7).
— *Joannis*, Oust., 459 (Pl. XIII, fig. 8).
— *Oustaleti*, Ch. Brongn., 459 (Pl. XII, fig. 5 et 6).
Pseudarca, Trom. Lebesc., 597.
— *Crossei*, M.-Ch. sp., 537.
— *reticulata*, Trom., 597.
— *Tromelini*, M.-Ch. sp., 597.
Pterinea desiderata, Trom. Lebesc., 614.
— *lævis*, Vern. sp., 614.
— *Lehiri*, Trom., 617.
— *matutinalis*, d'Orb. sp., 614.
— sp., Edgell, 614.
Quinqueloculina bajociana. Terq., 499 (Pl. XVII, fig. 24 *a*-*c*).
Quinqueloculina disciformis, Will., 508.
— *Hauerina*, d'Orb., 508.
— subrotunda, Montagu, 508.
Rhynchonella Cypris, d'Orb., 611.
— *Paretoi*, Vern., 611.
— sp., Dav., 614.
Rissoa Fayellensis, de Rainc., 354 (Pl. X, fig. 4-4 *b*).
Robulina oolithica, Terq., 496 (Pl. XVII, fig. 10 *a* et *b*).
Rongeur, 302 (Pl. VI, fig. 24 et 25).
Rotalina ferruginea, Terq., 496 (Pl. XVII, fig. 11 *a*-*c*).
Scalaria Sellei, de Rainc., 291 (Pl. V, fig. 3 et 3 *a*).
Siphonaria glabrata, de Rainc., 291 (Pl. V, fig. 9-9 *b*).
Spirillina granulosa, Terq., 481.
— *infraoolithica*, Terq., 481.
— *regularis*, Terq., 481 (Pl. XV, fig. 2).
Spiroloculina sp., 508 (Pl. XIII, fig. 1 *a*-*c*).
— 508 (Pl. XIII, fig. 2 *a*-*c*).
Steneosaurus Heberti, Mor. de Gl., 342 (Pl. VIII et Pl. IX, fig. 2 et 4).
Stolidoma eocænica, de Rainc., 292 (Pl. V, fig. 2 et 2 *a*).
— *Tournoueri*, de Rainc., 292 (Pl. V, fig. 1 et 1 *a*).
Strophalosia productoides, Murch. sp., 619.
Strophomena Rouaulti, Dav., 610.
Strophostylus gregarius, Barr. sp., 607.
Teleosaurus Cadomensis, Desl., 342 (Pl. IX, fig. 1 et 3).
Terebratula Archiaci, Vern., 611.
— Blacki, Rou., 611.
— Deshayesi, Caill., 611.
— hamifera, Barr., 598.
— *Thebeaulti*, Rou., 614.
Triloculina ferruginea, Terq., 499 (Pl. XVII, fig. 23).
Tubina, Barr., 607.
— *Barrandei*, M.-Ch. sp., 607.
Turbo Sauvagei, de Rainc., 293 (Pl. V, fig. 6-6 *b*).
Vulsellina, de Rainc., 290.
Chaussyensis, de Rainc., 290 (Pl. V, fig. 10-10 *b*).

LISTE DES PLANCHES.

I, p. 15. Torcapel. — Ligne de Lunel au Vigan. Profil en long géologique de Gallargues au Vigan. — Coupes transversales à la direction du chemin de fer. Fig. 1. Coupe près de Sommières ; fig. 2. *Id.* à Quissac ; fig. 3. *Id.* près de Conqueyrac ; fig. 4. *Id.* près de La Cadière ; fig. 5. *Id.* à Moulès ; fig. 6. *Id.* près du Vigan.

II, p. 92. Douvillé. — Fig. 1. Coupe de Boiscommun vers Montargis ; fig. 2. *Id.* de Lorris à Thimory, Oussoy et Solterres ; fig. 3. *Id.* de Fayaux-Loges à Boiscommun.

III, p. 227. Delage. — Profil géologique du chemin de fer de Rennes à Redon.

IV, p. 230. De Cossigny. — Fig. 1. Carte de la Sologne ; fig. 2. Coupe d'un des contreforts méridionaux des plateaux de la Sologne; fig. 3. Coupe d'une poche d'Argile à silex ; fig. 4. Figure théorique des remaniements de l'Argile à silex ; fig. 5. Coupe théorique des terrains primaires du bassin de Mons ; fig. 6. Croquis pris dans le département de l'Eure ; fig. 7. Coupe de l'Arnon à Allogny.

V, p. 290. De Raincourt. — Fig. 1 et 1 *a*. *Stolidoma Tournoueri*, de Rainc.; fig. 2 et 2 *a*. *S. eocænica*, de Rainc.; fig. 3 et 3 *a*. *Scalaria Sellei*, de Rainc.; fig. 4-4 *c*. *Pomatias Ressonii*, de Rainc.; fig. 5-5 *b*. *Bifrontia spirata*, de Rainc.; fig. 6-6 *b*. *Turbo Sauvagei*, de Rainc.; fig. 7-7 *b*. *Arca Gysseyi*, de Rainc.; fig. 8 et 8 *a*. *Cypræa Acyensis*, de Rainc.; fig. 9-9 *b*. *Siphonaria glabrata*, de Rainc.; fig. 10-10 *b*. *Vulsellina Chaussyensis*, de Rainc.

VI, p. 295. Vasseur. — Fig. 1-21. *Lepidosteus Maximiliani*, Ag. sp.; fig. 22 et 23. Plaques de Crocodiles ; fig. 24 et 25. Fémur d'un Rongeur ; fig. 26-30. Plaques d'Émydes.

VII, p. 304. CREVAUX. — Fig. 1-3. Rochers arrondis et polis de l'Independancia ; fig. 4. Traînée de blocs granitiques polis aux environs de Las Piedras ; fig. 5. Deux de ces blocs vus de près ; fig. 6-8. Rochers présentant des traces de polissage aux environs de la Florida.

VIII, p. 342. MOREL DE GLASVILLE. — *Steneosaurus Heberti*, Mor. de Gl.

IX, p. 342. *Id.* — Fig. 1 et 3. *Teleosaurus Cadomensis*, Desl.; fig. 2 et 4. *Steneosaurus Heberti*, Mor. de Gl.

X, p. 352. DE RAINCOURT. — Fig. 1-1 *b*. *Pleurotoma Francisci*, de Rainc.; fig. 2-2 *b*. *P. Lapparenti*, de Rainc.; fig. 3-3 *b*. *Nerita Sainti*, de Rainc.; fig. 4. *Rissoa Fayellensis*, de Rainc.; fig. 5. *Eulima Ludovicæ*, de Rainc.; fig. 6 et 6 *a*. *Isocardia eocænica*, de Rainc.; fig. 7-7 *b*. *Neæra Boursaulti*, de Rainc.; fig. 8-8 *b*. *N. Herouvallensis*, de Rainc.

XI, p. 435. SAUVAGE. — Fig. 1-1 *b*. *Polycotylus suprajurensis*, Sauvg.; fig. 2 et 2 *a*. *Megalosaurus*.

XII, p. 435. *Id.* — Fig. 1-1 *b*. Dinosaurien ; fig. 2 et 3. *Megalosaurus* ; fig. 4. *Polycotylus* ; fig. 5 et 5 *a*. *Iguanodon præcursor*, Sauvg.

XIII, p. 506. TERQUEM. — Fig. 1 *a*-2 *c*. *Spiroloculina* ; fig. 3. *Lituola* ; fig. 4 *a-c*. *Bolivina*.

P. 459. BRONGNIART. — Fig. 5 et 6. *Protomyia Oustaleti*, Ch. Brongn.; fig. 7. *P. Bucklandi*, Heer ; fig. 8. *P. Joannis*, Oustalet.

XIV, p. 471. VASSEUR et CAREZ. — Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, sous Cormeilles-en-Parisis.

XV, p. 477. TERQUEM. — Fig. 1. *Orbulina macropora*, Terq.; fig. 2. *Spirillina regularis*, Terq.; fig. 3. *Nodosaria mutabilis*, Terq.; fig. 4-8. *Glandulina bajociana*, Terq.; fig. 9. *Dentalina succincta*, Terq.; fig. 10 et 11. *Placopsilina polypiarum*, Terq.; fig. 12-13 *b*. *Marginulina sparsicosta*, Terq.; fig. 14. *M. postera*, Terq.; fig. 15-17. *M. ligata*, Terq.; fig. 18 et 19. *M. harpula*, Terq.; fig. 20 *a* et *b*. *M. triangularis*, Terq.; fig. 21 et 22. *M. biangulata*, Terq.; fig. 23 et 24. *M. pauperata*, Terq.; fig. 25 et 26. *M. flabelloides*, Terq.; fig. 27 et 28. *M. heteropleura*, Terq.; fig. 29 et 30. *M. macilenta*, Terq.

XVI, p. 477. *Id.* — Fig. 1-5. *Marginulina pinguis*, Terq.; fig. 6. *M. ferruginea*, Terq.; fig. 7. *M. interrupta*, Terq.; fig. 8-9 *b*. *M. solida*, Terq.; fig. 10-13 *M. contracta*, Terq.; fig. 14. *Flabellina primordialis*, Terq.; fig. 15. *F. triquetra*, Terq.; fig. 16. *F. semi-involuta*, Terq.; fig. 17. *F. disparilis*, Terq.; fig. 18 et 19. *F. ferruginea*, Terq.; fig. 20 et 21. *F. intermedia*, Terq.; fig. 22. *F. centralis*, Terq.; fig. 23. *Cristellaria anceps*, Terq.; fig. 24 et 25. *C. semi-involuta*, Terq.; fig. 26. *C. hybrida*, Terq.; fig. 27 *a*-28 *b*. *C. oolithica*, Terq.

XVII, p. 477. *Id.* — Fig. 1-9 *b*. *Cristellaria reticulata,* Schwag
et *b*. *Robulina oolithica,* Terq.; fig. 11 *a-c*. *Rotalina ferrug*
fig. 12. *Globulina oolithica,* Terq.; fig. 13 *a*-16. *Polymorp*
laris, Terq.; fig. 17. *P. triloba,* Terq.; fig. 18-22. *P. cruc*
fig. 23. *Triloculina ferruginea,* Terq.; fig. 24 *a-c*. *Quinque*
jociana, Terq.

XVIII, p. 501. Alb. GAUDRY. — *Hippopotamus hipponensis*, A. Ga

XIX, p. 529. DAUBRÉE. — Fig. 1. Division d'une Bélemnite en fr
l'écoulement de l'argile qui l'enveloppe ; fig. 2. Jet d'argile
les segments de Bélemnite se sont écartés ; fig. 3. Écarten
lemnites. Cône de craie en forme de Bélemnite tronçonné
par écrasement; fig. 4. Bélemnite enchâssée dans le plomb, a
lement; fig. 5. Même Bélemnite enchâssée dans le plomb, a
lement ; fig. 6. Structure en éventail produite sur l'argile
Structure en éventail produite par l'écoulement du plomb.

XX, p. 641. DELAFOND. — Fig. 1. Coupe de la montagne Sa
fig. 2. Plan des environs de la Tour Notre-Dame, à Saint-Hi
Coupe prise près de la Tour Notre-Dame ; fig. 4. Paroi es
chée d'exploitation aboutissant à la ferme de Saint-Hilaire;
par Jully et le sommet de la montagne au sud de Neuilly
par le mont Bouzu et les carrières de Saint-Boil ; fig. 7. *Id*.
Maurice-des-Champs ; fig. 8. *Id.* allant de Mondornon à
Bassin d'Autun (lisière nord) ; fig. 10. Coupe hypothétic
d'Autun.

XXI, p. 705. PELLAT. — Fig. 1. Coupe passant par le Mont de
zenay, Rome-Château et le plateau de Saint-Sernin ; fig
d'une coupe suivant une ligne brisée et passant par Auxy, A
Émiland, Epiry et Drevin.

XXII, p. 720. Alb. GAUDRY. — *Actinodon Frossardi*, A. Gaud.

ERRATA.

—

Tome.	Page.	Ligne.
II (3e série).	432,	11 et 12, *au lieu de : glacilis, lisez . gracilis.*
III	6,	1, *au lieu de :* DÉVAUX, *lisez :* DELVAUX.
	50,	12, *au lieu de :* Mulots, *lisez :* Mâlots.
	52,	21, *au lieu de :* Alley, *lisez :* Annelles.
IV	346,	33, *au lieu de :* belliqueux Cétacés, *lisez :* belliq que l'on serait tenté d'appeler les Cétacés.
—	442,	35, *au lieu de :* Fragment de fémur, *lisez :* F mérus.
	586,	13 et 14, *au lieu de :* C'est l'équivalent des calca fères de Bahais, La Meauffe, Tessy, etc. (Ma d'Evron, *lisez :* C'est peut-être l'équivalent magnésifères d'Evron.
—	607,	37, *au lieu de :* paraît être lisse, *lisez :* serait lis
	609,	8, *au lieu de : R. ypsilon,* Barr., *lisez : R. yps*
—	610,	31, *au lieu de :* Quoiqu'il, *lisez :* Quoi qu'il.
—	612,	9 et 10, *au lieu de : Dalmanites stellifer,* Burm., Caill.; *D. Cailliaudi,* Vern., *lisez : Cryp* Burm.; *C. Barrandei,* Caill.; *C. Cailliaudi*
	613,	16, *au lieu de :* reconnus, *lisez :* reconnues.
—	614,	20, *au lieu de : Platyceras (Natica) Cotentinum, Platyceras sp.*
	—	43 et 44, *après :* 1870), *ajoutez :* (c'est probable *tula Thebeaulti,* Rou.).
—	—	44 et 45, *après : R. Vicaryi,* Dav., *effacez :* (c'est *Terebratula Thebeaulti,* Rou.).
—	—	45, *après : Rousseaui,* Rou., *effacez : (Spirifer* Vern.).
—	615,	11, *au lieu de : Platyceras Cotentinum,* d'Orb. s un grand *Platyceras* n'est.
—	616,	34-38, *effacez* la note 1.
—	617,	46, *après* la note 3, *ajoutez : (Note ajoutée per sion).*

Tome.	Page.	Ligne.	
IV	621,	32 et 33,	*au lieu de :* il est blanc, *lisez :* il est quelquefois blanc.
—	758,	3,	*au lieu de :* sur la communication précédente, *lisez :* sur les communications précédentes.
—	761,	42,	*après :* côte Châlonnaise, *ajoutez :* (Pl. XX).
	Pl. I,		*au lieu de :* p. 14, *lisez* · p. 15.
	Pl. XI et XII,		*au lieu de :* page 437, *lisez :* page 435.

Meulan, imp. de A. Masson.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRA

du 28 juin au 8 novembre 1875.

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES.

(Les noms des donateurs sont en italique).

Abich. Geologische Beobachtungen auf Reisen im Kau Jahre 1873, in-8°, 140 p., 1 pl.; Moscou, 1875.

Achiardi (Ant. d'). Sulla Cordierite nel Granito normale e sulle correlazioni delle Rocce granitiche con le trachitiche, 12 p.; Pise, 1875.

Barrois (Ch.). La zone à *Belemnites plenus.* Étude sur le nien et le Turonien du Bassin de Paris, in-8°, 50 p.; Lille, 1

Benott (Em.). Essai d'un Tableau comparatif des terrains dans le bassin du Rhône et des Usses, gr. in-8°, 16 p.; Paris,

Blake (J.-F.). On the Kimmeridge Clay of England, — *ave Pelobatochelys Blakii* and other Vertebrate fossils exhibit rev. J.-F. Blake, par M. H.-G. Seeley, in-8°, 42 p., 2 pl.; 1875.

Bombicci (L.). Corso di Mineralogia, 2e édition, vol. II, 1031 p.; Bologne, 1875.

Chancourtois (A.-E. Béguyer de). Unification des travau phiques et géologiques. Mémoires et documents réunis à l'oc Congrès des Sciences géographiques de 1875 à Paris : 1° Pr d'un système de Géographie fondé sur l'usage des mesures d d'un méridien 0 grade international et des projections stér ques et gnomoniques; 2° Carte du Globe en projection gno 3° Le système de la Carte géologique détaillée de la Franc comme base de discussion pour l'établissement d'un Progr pondant à la question de l'exécution uniforme des relevés géo 4° Note sur la Carte géologique détaillée de la France. His définition du travail, avec réduction du Tableau d'assemblag

gende technique générale de la Carte géologique détaillée de la France; 6° Carte géologique détaillée de la France. Système et mode d'application de la Légende géologique générale, avec les tableaux de Lithologie et de Stratigraphie et les spécimens ou éléments des tableaux de Chronologie géognostique; 7° De la régularisation des travaux de Géologie, de l'association des études de Géologie, d'Hydrologie et de Météorologie, et de l'institution d'un Relevé topographique et physique du territoire uniformément détaillé à l'échelle cadastrale du 10 000e, avec un Tableau synoptique des parties de la Géologie ordonnées d'après un classement général des Sciences, in-8°, 162 p., 3 pl., 8 tabl.; Paris, 1875.

Cotteau (G.), A. Péron et *V. Gauthier*. Échinides fossiles de l'Algérie. Description des espèces déjà recueillies dans ce pays et considérations sur leur position stratigraphique, 2e partie, gr. in-8°, 96 p., 8 pl.; Paris, ...

Ducrost et *Arcelin*. Les fouilles de Solutré. Lettre à M. Chabas, in-8°, 20 p.; Mâcon, 1875.

Dumas (Ém.). Note sur la *Panopæa Aldrovandi* découverte à l'état subfossile dans l'ancien cordon littoral de la Méditerranée, gr. in-8°, 11 p., 2 pl.; Montpellier, 1875 (*M. Lombard-Dumas*).

Ébray. Sur la théorie chimique des Volcans professée en 1800 par Patrin, et sur la négation du Feu central, thèse développée en 1852 par M. Dalmas, in-8°, 32 p.; Genève, 1875, chez A. Vérésoff et Cie.

Fabre (G.). Matériaux pour servir à la Description géologique du département de la Lozère : 6° Observations faites sur le territoire de la commune de Saint-Chély-du-Tarn; 7° Sur l'antiquité de l'industrie du fer dans la région des Causses, in-8°, 11 p., 1 pl.; Mende, 1875.

Fuchs (Th.) et *F. Karrer*. Geologische Studien in den Tertiärbildungen des Wiener-Beckens : XVIII. Aufschlüsse in den Schichten mit *Congeria spathulata* (Congerienstufe) und *Cardium plicatum* (Sarmatische Stufe) am Westabhange des Eichkogels zwischen Mödling und Gumpoldskirchen, par M. Fr. Toula; XIX. Zur Leithakalkfrage, par M. R. Hoernes; XX. Der Eisenbahn-Einschnitt der Franz-Josef-Bahn bei Eggenburg, par M. Th. Fuchs; XXI. Neue Brunnengrabungen in Wien und Umgebung, par M. Th. Fuchs, gr. in-8°, 62 p., 1 pl.; Vienne, 1875.

Geological Survey of the State of Missouri. Report on the —, including field work of 1873-1874, gr. in-8°, 792 p., 28 pl., *avec* atlas de 15 pl.; Jefferson City, 1874 (*M. G. C. Broadhead*, State Geologist).

Geological and geographical Survey of the Territories. Department of the Interior. U. S. —. Miscellaneous Publications. N° 1. Lists of elevations principally in that portion of the U. S. west of the Mississippi

river, par M. H. Gannett, 3e édit., in-8o, 74 p.; Washingt (*M. Hayden*).

— Id. No 3. Birds of the North-West : a hand-book of the logy of the region drained by the Missouri river and its tributa M. E. Coues, in-8o, 792 p.; Washington, 1874 (*M. Hayden*).

— Id. No 6. Meteorological observations made during the y and the early part of the year 1874 in Colorado and Montai tories, par M. G.-B. Chittenden, in-8o, 58 p.; Washington, *Hayden*).

— Report of the —, t. VI : Contributions to the fossil Flo western Territories, part I : The cretaceous Flora, par M. Leo reux, in-4o, 166 p., 30 pl.; Washington, 1874 (*M. Hayden*).

Guillier. Note géologique sur le Belinois, in-8o, 15 p., 1 Mans, 1875.

Hunt (T. Sterry). Histoire des noms *Cambrien* et *Silurien* en *traduit par* M. *G. Dewalque*, in-8o, 96 p.; Mons, 1875.

Jacquot et *Raulin*. Statistique géologique et agronomique d tement des Landes : Introduction et première partie, in-8o avec Carte géologique et agronomique générale au $\frac{1}{200\,000^e}$; M Marsan, 1874.

Landerer (J.-J.). Introduccion al estudio sobre el origen de y de la Caliza, in-16, 42 p.; Madrid, chez Bailly-Baillière; B chez A. Verdaguer.

— Vivimos en la epoca cretacea?, in-16, 27 p.; chez les mê

Lasaulx (A. von). Études pétrographiques sur les Roches vol de l'Auvergne, suivies d'une Note sur des roches désignée nom d'Hemithrène et sur quelques autres du plateau gneis tique du département du Puy-de-Dôme, et de quelques aut *traduites par* M. *F. Gonnard*, in-8o, 224 p., 2 pl.; Clermont 1875, chez F. Thibaud.

Lea (Isaac). Index to vol. I to XIII. Observations on the ge together with Descriptions of new species of the Melanidæ, Pa Helicidæ, etc., t. III, gr. in-4o, 29 p.; Philadelphie, 1874.

Mourlon (*Michel*). Sur l'étage dévonien des Psammites du en Condroz, in-8o, 80 p., 2 pl.; Bruxelles, 1875.

Müller (*Alb.*). Ein Fund vorgeschichtlicher Steingeräthe in-4o, 11 p., 1 pl.; Bâle, 1875.

Munroë (*H.-S.*). Geological Survey of Hokkaido. The Gol Yesso. A report, in-8o, 80 p.; Tokio, 1875.

Omboni (*G.*). Di alcuni Oggetti preistorici delle caverne d Veronese, gr. in-8o, 16 p., 1 pl.; Milan, 1875.

Petermann. Mittheilungen aus Justus Perthes' geographis

stalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie. Ergänzungsheft n° 43 : Sewerzow's Erforschung des Thian-Schan Gebirgssystems, 2e partie, in-4°, 104 p., 1 pl.; Gotha, 1875, chez *J. Perthes*.

Prestwich (J.). Sur la structure des couches du Crag de Norfolk et de Suffolk, avec quelques observations sur leurs restes organiques, *traduit par* M. *M. Mourlon*, gr. in-8°, 144 p.; Bruxelles, 1874, chez G. Mayolez; Paris, chez Germer Baillière.

Preudhomme de Borre. Notes sur des empreintes d'Insectes fossiles découvertes dans les schistes houillers des environs de Mons, gr. in-8°, 10 p., 2 pl.; Bruxelles, 1875.

Saporta (Comte G. de). Paléontologie française; 2e série : *Végétaux*. Terrain jurassique, 19e livr. : *Cycadées*, t. II, f. 21 et 22, pl. 55 à 58; mai 1875; Paris, chez G. Masson (*Comité de la Paléontologie française*).

Schweinfurth (*G.*). Société khédivale de Géographie. Discours prononcé à la séance d'inauguration le 2 juin 1875, in-8°, 18 p.; Alexandrie, 1875.

Seguenza (*G.*). Sulla relazione di un viaggio geologico in Italia per T. Fuchs, in-8°, 8 p.; Rome, 1875.

— Studii paleontologici sui Brachiopodi terziarii dell' Italia meridionale, in-8°, 79 p., 6 pl.; Pise, 1871.

Studer. Die Porphyre des Luganersee's, in-8°, 5 p.; Berlin, 1875.

Suess (*Ed.*). Die Entstehung der Alpen, in-8°, 168 p.; Vienne, 1875, chez W. Braumüller.

Townsend. House of Representatives. 43d Congress, 1st session, Report n° 612 : Geographical and geological Surveys west of the Mississippi, in-8°, 91 p.; 1874 (*M. Hayden*).

Vincent (*G.*). Note sur les dépôts paniseliens d'Anderlecht près de Bruxelles, gr. in-8°, 16 p.; Bruxelles, 1874.

Winchell (*Al.*). The Marshall group : a memoir on its geological position, characters and equivalencies in the United States, in-8°, 60 p.; Philadelphie, 1869-70.

— Notices and descriptions of Fossils from the Marshall group of the Western States, with Notes on Fossils from other Formations, in-8°, 16 p.; Philadelphie, 1870.

— The Isothermals of the Lake region in North America, in-8°, 12 p.; 1870.

— Report on the Progress of the State geological Survey of Michigan, in-8°, 64 p.; Lansing, 1871.

— The climate of Michigan, 6 p.; ....

— The Diagonal system in the physical features of Michigan, in-8°, 7 p.; New-Haven, 1873.

— Inauguration of — as Chancellor of the Syracuse University, 79 p.; Syracuse, 1873.

— Michigan. Being condensed popular sketches of the Topography, Climate and Geology of the State, in-8°, 122 p., *avec* atlas de 4 cartes; ..., 1873.

— The unity of the physical world : I. Facts of co-existence ; II. Facts of succession, in-8°, 25 et 28 p.; ..., 1873 et 1874.

— Syllabus of a course of lectures on Geology, to be delivered in the Syracuse University, during the winter term of 1874-5, in-8°, 32 p.; Syracuse, 1875.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'—, t. LXXX, nos 24 et 25 ; 1875.

— Id., t. LXXXI, nos 1 à 18 ; 1875.

Leymerie. — Sur l'étage dévonien dans les Pyrénées, 25.

Lawrence Smith. — Description et analyse d'une masse de fer météorique tombée dans le comté de Dickson (Tennessee), 84.

Daubrée. — Notice complémentaire sur la formation contemporaine de minéraux par les sources thermales de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne) ; production de la Phosgénite, 182 ; —Observations sur une note de M. Domeyko relative à deux nouvelles Météorites du désert d'Atacama, 600 ; — Chûte d'une Météorite survenue le 12 mai 1874 à Sevrukow, district de Belgorod, gouvernement de Koursk, 661 ; — Relation sommaire de l'expédition scientifique à la Nouvelle-Zemble, commandée par M. Nordenskiœld, de juin à août 1875, 770.

Fouqué. — Étude des nodules à Oligoclase des laves de la dernière éruption de Santorin, 220.

Ad. Brongniart. — Sur la structure de l'ovule et de la graine des Cycadées, comparée à celle de diverses graines fossiles du terrain houiller, 305.

Ch. Vélain. — Analyse des dégagements gazeux de l'île Saint-Paul, 332.

E. Rivière. — Faune quaternaire des cavernes des Baoussé-Roussé, en Italie, dites grottes de Menton, 346.

St. Meunier. — Remarques sur le Diluvium granitique des plateaux ; composition lithologique du sable kaolinique de Montainville (Seine-et-Oise), 400.

P. Gervais. — Produit des fouilles poursuivies à Durfort (Gard) par M. P. Cazalis de Fondouce pour le Muséum d'Histoire naturelle, 430.

Dieulafait et Hollande. — Existence et développement de la zone à *Avicula contorta* dans l'île de Corse, 506.

Domeyko. — Note sur deux nouvelles Météorites du désert d'Atacama, et observations sur les Météorites qui ont été découvertes jusqu'ici dans cette partie de l'Amérique méridionale, 597 ; — Note sur les minéraux tellurés récemment découverts au Chili, 632.

— Annales des Mines, 7e série, t. VII, 2e et 3e livr.; 1875.

P. L. Burthe. — Note sur les fractures qui ont présidé à la formation des filons aurifères de Gondo, et sur les relations géométriques qui définissent leur structure, 199.

E. Sauvage. — De l'exploitation et de la préparation de l'Anthracite en Pennsylvanie, 222.

Lodin. — Mémoire sur les filons du comitat de Zips (Hongrie), 382.

E. Gruner. — Note sur un sondage exécuté en Bohême, près de Bœhmisch-Brod, 480.

— Club alpin français, 1re année ; 1874.

Daubrée. — Les montagnes d'Auvergne. Intérêt des montagnes et en particulier de celles de l'Auvergne, au point de vue de leur constitution générale, 268.

Viollet-Le-Duc. — Les lacs supérieurs, 277.

Lory. — Essai sur l'Orographie des Alpes de la Savoie et du Dauphiné considérée dans ses rapports avec la structure géologique de ces montagnes, 283.

Ch. Grad. — Le massif des Vosges et les restes de ses anciens glaciers, 308 ; — Les Glaciers et les causes de leur mouvement, 442.

Vimont. — Les lacs Pavin, de la Montsineyre et de la Godivelle (Auvergne), 337.

Jaubert. — Indications géologiques sur le terrain parcouru dans la première excursion du Club alpin français (section de Gap), 506.

— Journal des Savants, juin-octobre 1875.

— Revue scientifique de la France et de l'Étranger, 2e série, 5e année, nos 1 à 19 ; 1875.

E. Perrier. — Le Transformisme en Allemagne, 16.

Ch. Sainte-Claire-Deville. — Application de la méthode d'Ampère à la classification des Sciences géologiques, 79 ; — Les travaux scientifiques de M. Élie de Beaumont ; le Réseau pentagonal, 265.

— Association américaine pour l'avancement des Sciences, congrès de Hartford : Géologie, 115.

Ch. Vélain. — Les îles Saint-Paul et Amsterdam, 121.

E. Lorieux. — Les ressources minéralurgiques et salicoles de la Loire-Inférieure, 194.

— Association française pour l'avancement des Sciences, congrès de Nantes : Section de Géologie et Minéralogie, 220.

De Richthofen. — La province de Sz'tshwan, 388.

— Société centrale d'Agriculture de France. Bulletin des séances de la —, t. XXXV, nos 4 à 7 ; 1875.

— — Mémoires publiés par la —; 1873.

— — Séance publique annuelle de la — tenue le 27 juin 1875.

— Société d'Anthropologie de Paris. Bulletins de la —, 2e série, t. IX, no 4 ; 1874.

Hamy. — Note sur le squelette humain de l'abri sous roche de La Madelaine, 599; — Note sur les ossements humains du dolmen des Vignettes, à Léry (Eure), 606 ; — Description d'un squelette humain fossile de Laugerie-Basse, 652.

Arcelin. — Sur les crânes de Solutré, 637.

Sanson. — Le Cheval de Solutré, 642.

C.-A. Piétrement. — Note sur le Cheval de Solutré, 689.

— Id., t. X, nº 3 ; 1875.

Piette. — Grotte de Gourdan (fin), 289.

— Société botanique. Bulletin de la —, t. XXII, Rev 1875.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, 6e série, juin 1875.

H. Duveyrier. — Premier rapport sur la mission des Chotts d stantine, 482.

L. Chambeyron. — Note relative à la Nouvelle-Calédonie, 566.

— Id., t. X, juillet-octobre 1875.

E. Petitot. — Géographie de l'Athabaskaw-Mackenzie, 5, 126, 24

J. Girard. — Les soulèvements et dépressions du sol sur les c 225.

Amiens. Société linnéenne du Nord de la France. Bul nos 37, 38, 41 ; 1875.

N. de Mercey. — Géologie résumée des cantons de la Somme; (suite), 283, 299, 347.

Auxerre. Société des Sciences historiques et naturell Bulletin de la —, 2e série, t. IX (XXIX), 1er semestre; 18

Dijon. Société d'Agriculture et d'Industrie agricole de Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or publié par la —, 1

J. Martin. — Sur divers gisements de Phosphate de chaux dans l

Épinal. Société d'Émulation du département des Vo de la —, t. XIV, 3e cahier; 1874.

Gley. — Le relief des Vosges. Étude sur la configuration du sol du

Évreux. Société libre d'Agriculture, Sciences, Arts et de l'Eure. Recueil des travaux de la —, IVe série, t. I; 18

Le Hâvre. Société géologique de Normandie. Bulletin d 1er fasc.; 1875.

L.-Ch. Quin. — Sol et rivage primitifs du Hâvre, 3.

— Rapport sur les travaux de la Société pendant l'année 1874, 8

Lyon. Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Art Annales de la —, 4e série, t. V; 1872.

V. Thiollière. — Description des Poissons fossiles provenant de ralliens du Jura du Bugey, 2e partie revue et annotée par M. P. Ge

P. Gervais. — Remarques au sujet des Reptiles du calcaire li Cerin qui sont conservés au Musée de Lyon, 79.

G. de Saporta. — Notice sur les Plantes fossiles du niveau des li Cerin, 87.

Dumortier et Falsan. — Note sur les terrains subordonnés aux gl sons et de Végétaux fossiles du Bas-Bugey, 143.

Dumortier. — Description de quelques Fossiles du Kimméridgie

— Id., t. VI; 1873.

Gonnard. — Observations relatives à deux cristaux de quartz, 860.

Fontannes. — Note sur une coupe de l'Infrà-lias, prise au sommet du Narcel (Mont-d'Or), 865.

Rouen. Société des Amis des Sciences naturelles de —, 10e année, 2e sem.; 1874.

Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale. Bulletin de la —, 2e série, t. IV, 1re livr.; 1875.

— Id., t. V, 1re livr.; 1876.

Saint-Quentin. Société académique des Sciences, Arts, Belles-Lettres, Agriculture et Industrie de —, 3e série, t. XII; 1873-74.

Toulouse. Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme, par M. *Em. Cartailhac*, 2e série, t. VI, livr. 7 à 9, et livr.-supplément; 1875.

— Société d'Histoire naturelle de —. Bulletin de la —, t. IX, n° 2; 1875.

Troyes. Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Mémoires de la —, 3e série, t. XI (XXXVIII); 1874.

G. Berthelin. — Note sur les subdivisions de l'Étage néocomien aux environs de Bar-sur-Seine, 237.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, t. XXVIII, nos 4 à 7; 1875.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. Pr. —, avril à juin 1875.

Von Rath. — Ueber die in der Nacht vom 29 zum 30 Mærz d. J. in Skandinavien niedergefallene vulkanische Asche, 282.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der D. —, t. XXVII, n° 1; 1875.

M. von Tribolet. — Geologie der Morgenberghornkette und der angrenzenden Flysch-und Gypsregion am Thunersee, 1.

C. Struckmann. — Ueber die Schichtenfolge des oberen Jura bei Ahlem unweit Hannover und über das Vorkommen der *Exogyra virgula* in oberen Korallen-Oolith des weissen Jura daselbst, 30.

A. Baltzer. — Geognostisch-chemische Mittheilungen über die neuesten Eruptionen auf Vulcano und die Producte derselben, 36.

F. Rœmer. — Ueber die Eisenerzlagerstætten von El Pedroso in der provinz Sevilla, 63.

O. Feistmantel. — Ueber das Vorkommen von *Nœggerathia foliosa*, Stbg., in dem Steinkohlengebirge von Oberschlesien und über die Wichtigkeit desselben für eine Parallelisirung dieser Schichten mit denem von Bœhmen, 70.

R. Lepsius. — Ueber den Bunten Sandstein in den Vogesen, seine Zusammensetzung und Lagerung, 83.

— Société philomathique de —. Bulletin de la —, 1875

Amiens. Société linnéenne du Nord de la France. Bulle nos 49 à 53; 1876.

De Mercey. — Géologie résumée des cantons de la Somme : An Acheux, 125.

Alexandre. — Causerie géologique, 111.

Dunkerque. Mémoires de la Société dunkerquoise pour l ment des Sciences, des Lettres et des Arts, t. XVIII; 1873-

Epinal. Société d'Émulation des Vosges. Annales de la 2e cahier; 1876.

Évreux. Société libre d'Agriculture, Sciences, Arts et Be de l'Eure. Recueil des travaux de la —, 4e sér., t. II; 1873

Lille. Société géologique du Nord. Mémoires de la —, t.

Ch. Barrois. — Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'An l'Irlande, 3.

Rouen. Société des Amis des Sciences naturelles de —. Bu —, 2e sér., 12e année, 1er sem.; 1876.

St-Étienne. Société de l'Industrie minérale. Bulletin de la t. IV, 3e livr.; 1875.

L. de Loriol et Chansselle. — Notes d'un voyage dans le bassin l Ruhr, 481.

— Id., 2e sér., t. V; 3e livr.; 1876.

H. Garnier. — Études sur les filons métallifères, 327.

Joukowsky. — Note sur l'exploitation des couches de houille puissa inclinées à Dombrowa (Pologne), 353.

Toulouse. Académie des Sciences, Inscriptions et Belles —. Mémoires de l' —, 7e sér., t. VII; 1875.

— Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'H M. *Ém. Cartailhac,* 2e sér., t. VII, livr. 6 à 10; 1876.

Ducrost. — Dépôt de lehm avec ossements et silex quaternaires à Sol

— Société d'Histoire naturelle de —. Bulletin de la —, t. 2; 1875-76.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'a ment de —, t. XXIX, nos 5 à 7; 1876.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. richt der K. Pr. —, 1875, avril à juin.

— Deutschen geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der —, no 1; 1876.

Fr. Pfaff. — Mt Blanc-Studien. Ein Beitrag zur mechanischen Geol pen, 1.

E. Laufer. — Die Quarz-Porphyre der Umgegend von Ilmenau, 22.

H. Mascke. — *Clinoceras*, n. g., ein silurischer Nautilide mit gelappten Scheidewänden, 49.

Rammelsberg. — Ueber die Zusammensetzung des Leukophans und des Melinophans, 57.

G. Berendt. — Notizen aus dem Russischen Grenzgebiete nördlich der Memel, 61.

W.-C. Brögger. — Ueber neue Vorkommnisse von Vesuvian und Chiastolith in Norwegen, 69.

Zittel. — Ueber einige fossile Radiolarien aus der norddeutschen Kreide, 75.

E. Schmid. — Die Kaoline des thüringischen Buntsandsteins, 87.

Platz. — Ueber die Bildung des Schwarzwaldes und der Vogesen, 111.

H. Credner. — Die Küstenfacies des Diluviums in der sächsischen Lausitz, 133.

Dresde. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft *Isis* in —. Sitzungs-Berichte der —, 1876, nos 1-6.

Engelhardt. — Ueber das Leitmeritzer Mittelgebirge, 1; — Ueber den Trachytberg Holaikluk im Gross-Priessener Thal, 4; — Ueber die Tertiärflora im Süsswassersandstein bei Schüttewitz, 9.

Bley. — Ueber den Velinofall bei Terni, 2.

Ackermann. — Ueber Löss bei Pillnitz, 3.

Von Pischke. — Ueber Gold-und Silber-Gewinnung in den Umgebungen von Nertschinsk, 4.

— Excursion nach dem Kaiserschachte bei Klein-Opitz, 11.

Gotha. Mittheilungen aus *J. Perthes'* geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, von Dr. Petermann, t. XXII, nos 6 à 9; 1876.

Königsberg. Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu —. Schriften der —, XVIe année; 1875.

Berendt. — Ueber Wasserläufe in norddeutschen Flochlande in der Diluvialzeit, *Sitzungsb.*, 22.

Stuttgart. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, 1876, nos 4-6; 1876.

E. Dathe. — Olivinfels, Serpentine und Eklogite des sächsischen Granulitgebietes. Ein Beitrag zur Petrographie (fin), 337.

A. von Lasaulx. — Mineralogisch-krystallographische Notizen (fin), 352.

J. T. Sterzel. — Tæniopterideen aus dem Rothliegenden von Chemnitz-Hilbersdorf, 368.

J. H. Kloos. — Kalkspath von Brigels, Tavetschthal in der Schweiz, 413.

Eug. Geinitz. — Studien über Mineralpseudomorphosen, 449; — Das Nenntmannsdorfer Meteoreisen im Dresdener Museum, 608.

H. Rosenbusch. — Ein neues Mikroskop für mineralogische und petrographische Untersuchungen, 504.

Ch. O. Trechmann. — Beiträge zur Kenntniss des Turnerit, 593.

H. Baumhauer. — Die Aetzfiguren am Adular, Albit, Flussspath und chlorsauren Natron, 602.

K. Pettersen. — Ueber das Vorkommen des Serpentins und Olivinfels im Nördlichen Norwegen, 613.

Briefwechsel : G. vom Rath, 368, 640; — H. Eck, 405; — A. von Lasaulx, 409, 627; — H. Baumhauer, 411; — J. Strüver, 413; — Verbeek, 415; — A. Stelzner,

416; — F. Sandberger. 514; — K. Pettersen, 515; — J. Muschketoff, 51
gott, 517; — Hirchswald, 519; — O. Lang, 525; — F. Rœmer, 527; —
530; — E. Erdmann, 534; — O. Heer, 535; — M. Braun, 535; —
623; — C. Klein, 633; — H. Trautschold, 635; — A. d'Achiardi, 636;
637; — Des Cloizeaux, 640; — L. G. Bornemann, 646; — D. Brauns, 6

Autriche-Hongrie. Leoben, Pribram et Schemnitz. Bei
zu —. Berg-und hüttenmännisches Jahrbuch der K. K. -
nos 2 et 3; 1876.

H. F. Wrigley. — Ueber die Petroleum-Production in Pennsylv
Ueber die geologischen Verhältnisse der Petroleumgebiete von Penns

Vienne. Akademie der Wissenschaften. Denkschriften
Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, t. XXXIV; 18

Suess. — Die Erdbeben der südlichen Italien, 1.
Bittner. — Die Brachyuren des Vicentinischen Tertiärgebirges, 63.

— — Sitzunsgberichte der K. —. Mathematisch-naturwis
che Classe, I Abth., t. LXX, nos 3-5; 1874.

Tschermak. — Das Krystallgefüge des Eisens, insbesondere des Mete
— Die Trümmerstructur der Meteoriten von Orvinio und Chantonnay,

— Id., t. LXXI; 1875.

Suess. — Die Vulkan Venda bei Padua, 7.
Doelter. — Vorläufige Mittheilung über den geologischen Bau der
Inseln, 49.
Fuchs. — Die Gliederung der Tertiärbildungen am Nordabhange d
von Ancona bis Bologna, 163.
Fuchs et Bittner. — Die Pliocänbildungen von Syrakus und Lentini,
Boué. — Ueber die Methode in der Auseinandersetzung geologischer
über die Eiszeit, 199; — Einiges zur palæo-geologischen Geographie,
Von Zepharovich. — Mineralogische Mittheilungen, VI, 253.
Toula. — Eine Kohlenkalk-Fauna von den Barents-Inseln, 527.
Neumayr. — Ueber Kreideammonitiden, 639.
Von Mojsisovics. — Ueber die Ausdehnung und Structur der sud
Dolomitstöcke, 719.

— Id., II Abth., t. LXX, nos 3-5; 1874.

Volkmer. — Das Wasser des K. K. Artillerie-Arsenal zu Wien. Al
Kenntniss der Beschaffenheit des Wassers von Wien, 533.
Kachler. — Analyse des Poschitzer Sauerbrunnens, 654.

— Id., t. LXXI; 1875.

M. Buchner. — Analyse der Morizquelle in Sauerbrunn bei Rohitsch i
mark, 309.
Tschermak. — Die Bildung der Meteoriten und der Vulcanismus, 661

— Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K.
nos 9-12.

R. von Drasche. — Mittheilungen aus den Phillipinen, 193; — Au
von Luzon, 250.
R. Hœrnes. — Beiträge zur Kenntniss der Neogenablagerungen im B

Aufnahmen in der Umgebung von Belluno, 241; — *Id.* von Serravalle. Longarone und Feltre, 297.

F. Farsky. — Mineralogische Notizen, 205.

K. John.— Die Mineralwässer von Dorna Watra in der Bukowina, 209; — Bernstein und Schraufit aus dem Libanon, 255.

C. D. Pilide. — Untersuchung eines Melaphyres von Pareukailor in der Bukowina. 210.

M. Neumayr, A. Bittner. Fr. Teller. — Geologische Arbeiten im Oriente, 219.

A. R. Rœssler. — Beschaffenheit und geologische Verhältnisse des Sauersee's in Hardin County Texas, 227.

O. Lenz. — Reisen in Africa, 230.

A. de Zigno. — Squalodonreste von Libano bei Belluno, 232; — Ueber *Squalodon Catulli*, Molin sp., aus der miocänen Molasse von Libano bei Belluno, 293.

G. Pilar. — Spuren der Eiszeit im Agramer Gebirge, 233.

A. Koch. — Olivin-Gabbro aus der Frusca Gora, 235.

Br. Walter. — Die Erzlagerstätten der südlichen Bukowina, 237.

J. Niedzwiedzki. — Beiträge zur Geologie der Karpathen : aus der Umgebung von Przemysl. 237.

E. von Mojsisovics. — Die Triasbildungen bei Recoaro im Vicentinischen, 238.

G. Stache. — Die Fauna der Bellerophonkalke Südtirols, 257.

D. Stur. — Reiseskizzen, XI-XXIV, 261.

H. Wolf. — Aus dem Quellgebiete des Strypa-und Sered-Flusses, 290; — Die Gebiete am Gnieszna und Gnila-Bache und am Zbrucz, 299.

C. M. Paul et E. Tietze. — Bericht über bisher in diesem Sommer ausgeführte Untersuchungen in den Karpathen, 294.

Belgique. Bruxelles. Société malacologique de Belgique. Procès-verbaux des séances de la —, t. V, janv.-juin; 1876.

A. Rutot, P. Cogels. — Rapports sur un Mémoire de M. E. Vanden Broeck, relatif aux formations tertiaires d'Anvers, XX, XXII.

Watelet. — Nouveau genre de mollusques : *Hydrateredo*, LVIII.

Lefèvre. — Sur le genre nouveau *Hydrateredo*, LVIII.

Canada. Toronto. Canadian Journal of Science, Literature and History (The), 2e série, t. XIV, nos 4-6; 1875.

All. Nicholson et W. H. Ellis. — On a remarkable fragment of silicified wood from the Rocky Mountains, 318.

Chapman. — An outline of the Geology of Ontario, 580.

— Id., 2e série, t. XV, no 1; 1876.

Chapman. — On the leading geological areas of Canada, 13.

Danemark. Copenhague. Videnskabernes Selskabs. Oversigt over det K. Danske — Forhandlinger og dets Medlemmers Arbejder, 1874, no 2.

Espagne. Madrid. Comision del Mapa geologico de Espana, t. III, no 1; 1876.

Garcia. — Nota acerca de algunos filones estanniferos de la provincia de Salamanca, 91.

Bauza. — Breve Resena geologica de las provincias de Tarragona y Lérida. 115.

Sampayo. — Datos geologico-mineros de la provincia de Burgos, 125.

Davila. — Pozzo artesiano de la plaza de la Victoria de Malaga, Alboran, 177.

Oriol. — Descripcion geologico-industrial de la Cuenca hullera en la provincia de Palencia, 137.

Parran. — Nota sobre la Geologia de la Cuenca de Belmez, 169.

Centeno. — Memoria geologico-minera de las Islas Filipinas, 181.

Lasala. — Areniscas bituminosas o petroliferas del puerto del provincias de Burgos y Santander, 235.

— Revista de los progresos de las Ciencias exactas, fisi rales, t. XX, n° 3; 1876.

— Revista minera, série B, n°s 54-66; 1876.

Naranjo y Garza. — Datos geologico-mineros de la provincia de B

Campomanes. — Riquera mineral de los distritos de Azuaga, F Alanis y Guadalcanal, 197.

États-Unis. Boston. Appalachia, t. I, n° 1; 1876.

New-Haven. The American Journal of Science and Arts (1 t. XII, n°s 67-70; 1876.

G. K. Gilbert. — The Colorado Plateau Province as a Field for Ge 16, 85.

Rockwood Jr. — Notices of a Recent American Earthquakes, 25.

J. Blake. — On Roscoelite, a Vanadium Mica, 31.

Genth. — On some American Vanadium Minerals, 32.

G. B. Grinnell. — On a new Crinoid from the Cretaceous formation o

J. L. Smith. — Aragonite on the surface of a meteoric iron, and (Daubréelite) in the concretions of the interior of the same, 107; — A New Meteoric stone that fell on the 25th of March, 1865, in Wisconsin, the Meno-Meteorite, 207.

J. D. Dana. — On Southern New England during the melting of the 125; — Note on erosion, 192.

G. W. Hawes. — The Greenstones of New Hampshire and their organi

A. W. Wright. — On the Gases contained in Meteorites, 165.

T. B. Brooks. — Classified List of Rocks observed in the Huronian of Lake Superior, with Remarks on their abundance, transitions and distribution; also a Tabular presentation of the Sequence of the beds, thesis of Equivalency. 194.

G. H. Seyms. — On the relation of Franklinite to the Spinel Group of

J. Murray. — On the Sea-bottom deposits observed during the Crui lenger, 255.

A. B. Howe. — On Gmelinite from Nova Scotia, 270.

H. G. Hanks. — On the occurrence of Durangite in the tin-bearing rango, Mexico, 274.

J. P. Kimball. — On the occurence of Grahamite in the Huasteca, tice of the Geology of that region, 277.

Fr. H. Bradley. — On a Geological chart of the United States east Mountains, and of Canada, 286.

— Connecticut Academy of Arts and Sciences. Transa —, t. III, 1re partie; 1874-76.

E. S. Dana. — On the Chondrodite from the Tilly-Foster Iron Mine, Brewster, New York, 67.

Philadelphie. American philosophical Society, held at — from promoting useful Knowledge. Proceedings of the —, t. XIV, n° 95; 1875.

J. J. Stevenson. — The geological relations of the lignitic groups, 447.

Ch. E. Hall. — Notes on Glacial action visible along the Kittatinny or Blue Mountain, Carbon, Northampton and Monroë counties, Penn' a, 620; — On Glacial deposits at West Philadelphia, 633.

Salem. American Naturalist (The), t. VIII, nos 2-12; 1874.

Marsh. — On the structure and affinities of the Brontotheridæ, 79; — Fossil Horses in America, 288.

— Id., t. IX; 1875.

N. B. Webster. — On the physical and geological characteristics of the Great Dismal Swamp, and the eastern counties of Virginia, 260.

Marsh. — Odontornithes or Birds with teeth, 625.

— Peabody Academy of Science. Memoirs of the —, t. I, n° 4; 1875.

— — Report of the Trustees of the —. Sixth annual —, for the year 1873; 1874.

Washington. Geological and geographical Survey of the Territories. Bulletin of the U. S. —, t. II, nos 2 et 4; 1876.

O. St John. — Notes on the Geology of Northeastern New-Mexico, 279.

F. B. Meek. — Descriptions and illustrations of Fossils from Vancouver's and Sucia islands, and other northwestern localities, 351; — Note on the new genus *Uintacrinus*, Grinnell, 375.

Grande-Bretagne. Geological Magazine (The), 2e sér., 2e décade, t. III, nos 7-10; 1876.

Lebour. — The Carrara marbles, 289, 382.

Nordenskiöld. — Distant Transport of Volcanic Dust, 292.

D. Burns. — On the Mechanics of Glaciers, 297.

J. Milne. — Ice and Ice-Work in Newfoundland, 303, 345, 403.

Ch. Lapworth. — On Scottish Monograptidæ, 308, 350; — Llandovery Rocks in the Lake district, 477.

E. Hill. — Apparent and true dip, 334.

R. Etheridge Jun. — South Australian post-tertiary Foraminifera and Ostracoda, 334; — Notes on the Geology of New Guinea, 428.

H. Hicks. — Llandovery rocks in the Lake district, 335, 429; — The oldest fossiliferous rocks of Northern Europe, 379.

J. W. Judd. — Contributions to the Study of Volcanos, 337.

T. M. Reade. — Pebble ridges, 360; — Section of Boulder-Clay, North Docks, Liverpool, 480.

J. Croll. — Remarks on M. Burn's Paper on the Mechanics of Glaciers, 361.

W. T. Aveline. — The Silurian Rocks of the Lake District, 376.

T. G. Bonney. — The Erosion of Lake-basins by Glaciers, 376.

A. H. Green. — True and apparent dip, 377.

F. W. Hutton. — Age of the Ototara formation, 381.

W. H. Penning. — True and apparent dip, 383.

J. Cl. Ward. — Absence of Llandovery rocks in the Lake District, 383.

S. V. Wood Jun. — The Climate Controversy, 385, 442.

W. J. Sollas. — On *Eubrochus clausus*, a Vitreo-hexactinellid Cambridge Coprolite Bed, 398.

T. M. Hall. — Fossil Fish in North Devon, 410.

D. Mackintosh. — New and extensive sections of Boulder-clay at L

A. Günther. — Contributions to our Knowledge of the Fish-faun deposits of the Highlands of Padang, Sumatra, 433.

Ph. Gr. Egerton. — Notice of *Harpactes velox*, a Predaceous Ganoi genus, from the Lias of Lyme Regis, 441.

H. Miller. — Considerations bearing on Theories of the formation 451.

H. B. Woodward. — Additional Remarks upon inversions of Carb in Somersetshire, 455.

H. Landor. — On Ground-Ice as a carrier of stones and débris, 45

S. B. J. Skertchly. — Inter-glacial Man, 476.

J. Monckman. — The Staining of Rocks beneath the Magnesian Lim

— Geological Society. The quarterly Journal of the - n° 2; 1876.

Owen. — Evidence of a carnivorous Reptile *(Cynodraco major*, size of a Lion, with Remarks thereon, 95.

R. Etheridge Jun. — On the occurence of the genus *Astrocrinites* Scotch Carboniferous Limestone Series, with the Description of *(A.? Benniei)*, and Remarks on the genus. 103.

A. C. Ramsay. — How Anglesey became an Island, 116.

J. Gunn. — On the presence of the Forest-bed Series at Kessingland in Suffolk, and its position beneath the Chillesford Clay, 123.

W. Ramsay. — On the Influence of various substances in accelera pitation of clay suspensed in water, 129.

J. E. Marr, H. Hicks. — Fossiliferous Cambrian Shales near Caernar

T. G. Bonney. — On Columnar, Fissile and Spheroïdal Structure, 14

J. A. Phillips. — On the so-called *Greenstones* of Western Cornwall

J. D. Kendall. — Hæmatite in the Silurians, 180.

J. Aitken. — Observations on the Unequal Distribution of Drift on of the Pennine Chain, in the country about the source of the rive Suggestions as to the causes which led to that result, together with on the High-level Drift in the upper part of the Valley of the river Ir

W. H. Penning. — Notes on the Physical Geology of East Anglia d cial Period, 191.

P. M. Duncan. — On some Unicellular Algæ parasitic within Siluria Corals, with a Notice of their Presence in *Calceola sandalina* and 205.

W. J. Harrison. — On the Occurence of the Rhætic Beds in Leicest

Italie. Milan. Società italiana di Scienze naturali. A t. XVII, n° 4; 1874.

Em. Spreafico. — Conchiglie marine nel terreno erratico di Ca presso Fino nella provincia di Como, 432.

— Id., t. XVIII; 1875.

Mantovani. — Delle Argille scagliose e di alcuni Ammoniti del Emilia, 28.

G. Omboni. — Di alcuni Oggetti preistorici delle caverne di Velo nel Veronese, 69.

A. Stoppani. — Sui rapporti del terreno glaciale col Pliocenico nei dintorni di Como, 172.

F. Sordelli. — La Fauna marino di Cassina Rizzardi, 308; — Nuove Osservazioni sulla Fauna fossile di Cassina Rizzardi, 437.

Palerme. Istituto tecnico di —. Giornale di Scienze naturali ed economiche pubblicato per cura del Consiglio di perfezionamento annesso al R. —, parte Ia : *Scienze naturali*, t. XI, nos 1-4; 1875.

G. G. Gemmellaro. — Studii paleontologici sulla Fauna del Calcare a *Terebratula janitor* del Nord di Sicilia, 15.

Pise. Società Toscana di Scienze naturali residente in —. Atti della —, t. I, no 3 ; 1876.

A. d'Achiardi. — Coralli eocenici del Friuli, III, 147.

C. I. Forsyth Major. — Considerazioni sulla Fauna dei Mammiferi pliocenici e post-pliocenici della Toscana, 223.

— Id., t. II, no 1; 1876.

A. d'Achiardi. — Sulla Cordierite nel Granito normale dell'Elba e sulle correlazioni delle rocce granitiche con le trachitiche, 1.

G. Meneghini. — I Crinoidi terziarii, 36.

R. Lawley. — Alcune osservazioni sul genere *Sphærodus*, Ag., 60.

Fr. Stagi. — Ricerche chimiche sui calcari dei Monti Pisani, 68.

Java. Amsterdam. Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië, 4e année, t. II; 1875.

Verbeek. — Sumatra's-Westkust. Verslag no 3: Het Oembilien-kolenveld in de Padangsche Bovenlanden, 3; — *Id.* Verslag no 4: Over de beste ontginningswijze van een gedeelte van het Oembilien-kolenveld, 85; — Afmetingen van de meren van Singkara en Manindjoe in de Padangsche Bovenlanden, Sumatra's-Westkust, 184; — De Fossielen in den Kolenkalksteen van Sumatra's-Westkust, 186; — Literatuur over de Geologie, Mineralogie en den Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië, 189.

P. van Dijk. — Zwartkolen in en nabij de Baai van Tapaonoelie, 97; — Ontginbare Kolenlagen in de Ommelanden van Benkoelen, 121; — Vierde artesische putboring te Batavia op Molenvliet-Oost in de nabijheid der oude stad Batavia, 169.

Batavia. Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Notulen van de Algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van het —, t. XII, no 4; 1874.

— Id., t. XIII, nos 1 et 2; 1875.

— — Tijdschrift voor Indische Taal -, Land - en Volkenkunde, uitgegeven door het —, t. XXI, nos 5 et 6; 1875.

— Id., t. XXII, nos 4-6 ; 1874-75.

— Id., t. XXIII, no 1 ; 1875.

— — Verhandelingen van het —, t. XXXVII et XXXVIII; 1875.

Nouvelle-Galles du Sud. Royal Society of New South Wales. Transactions of the —, 1868.

A. de Lasaulx. — Un nuovo giacimento d'Allumite, 106.

P. Strobel. — Notizie preliminari su le Balenoptere fossili suba Museo Parmense, 131.

B. Lotti. — Scoperta di strati nummulitici presso Prata e Gerfalco ir Grosseto, 140.

C. Dœlter. — Cenni sopra la costituzione geologica delle Isole Ponza

E. Suess. — Il vulcano Venda presso Padova, 162.

R. Ludwig. — Appunti geologici sull'Italia, 165.

Java. Amsterdam. Jaarboek van het Mijnwezen in N Oost-Indië, 3e année, t. II; 1874.

C. de Groot. — Verslag over de zuider-en oosterafdeeling van Born

R. Everwijn. — Onderzoek van Kolen Volgens de methode van Hilt,

R.-D.-M. Verbeek. — De Nummulieten uit den Eoceenen kalksteer 133.

Batavia. Bataviaasch Genootschap van de Kunsten en W pen. Notulen van de Algemeene en Bestuurs-Vergaderingen t. XII, nos 1 à 3; 1874.

— — Tijdschrift voor indische Taal -, Land-en Volkenl gegeven door het —, t. XXI, nos 3 et 4; t. XXII, nos 1 à 3;

Mexique. Mexico. Sociedad Mexicana de Historia natura raleza. Periodico cientifico de la —, t. II, nos 42 et 43; 187

M. Barcena. — Informe sobre los Minerales platiniferos de Jacala, 3

— Id., t. III, nos 1 à 14; 1874-75.

M. Barcena. — Las Rocas de Tecali, 7; — Descubrimiento de una n mineral de Mexico, 35; — Viaje a la caverna de Cacahuamilpa. Datos logia y la Flora de los estados de Morelos y Guerrero, 75; — El wad — Notas sobre las Esferolitas de Mexico, 190.

Ant. del Castillo. — Descripcion del Mineral bismutifero de San Lui Noticias sobre los Criaderos de Grafita o Plombagina de México, cion, 275.

J.-M.-M. Suarez de Figueroa. — Descripcion del volcan de Tuxtla, 1

Ehrenberg. — De la Toba fitolitaria del valle de Toluca, 118.

S. Navia. — Nota sobre la Plata sulfurea pseudomorfosis de rosicler

T. Laguerenne. — Apuntes sobre el Mineral de San Nicolas del Oro,

— Rectificacion acerca del descubrimiento de la nueva especie mir por el Sr. Petersen Guadalcazarita, 235.

M.-M. Ramiro. — El Tequezquite, 239.

J. Burkart. — Examen y clasificacion de algunas Especies minerales de

Pays-Bas. Haarlem. Société Hollandaise des Sciences à — néerlandaises des Sciences exactes et naturelles publiées par nos 1 à 3; 1875.

Russie. Moscou. Société I. des Naturalistes de —. Bulleti t. XLVIII; 1875.

H. Abich. — Geologische Beobachtungen auf Reisen im Kaukasus i (fin), 63, 243.

R. Ludwig. — Die Gegenden am Ssuna-und Semtsche-Flusse im Olor nement, 108.

H. Trautschold. — Etwas aus dem tertiären Sandstein von Kamüschin, 128; — Die Scheidelinie zwischen Jura und Kreide in Russland, 150; — Reisenotizen aus dem Sommer 1874, 179; — Ueber *Ammonites bicurvatus*. Mich., 394.

L.-G. de Koninck. — Notice sur le calcaire de Malowka et sur la signification des fossiles qu'il renferme, 165.

N. Vichniakoff. — Notice sur les couches jurassiques de Syzran, 211.

W. Eichler. — Einige vorläufige Mittheilungen über das Erdoel von Baku, 273.

Saint-Pétersbourg. Académie I. des Sciences de —. Bulletin de l' —, t. XX, n° 2; 1874.

N. von Kokscharow. — Notiz über Perowskit-Krystalle, 275; — Resultate der genauen Messungen der Schwefel-Krystalle, 292.

— — Mémoires de l'—, t. XVI, n° 12; 1874.

— Id., t. XVII, n°s 1 à 3; 1874.

N. von Kokscharow. — Ueber das Titaneisen vom Ural, n° 3.

Suisse. Genève. Société de Physique et d'Histoire naturelle de —. Mémoires de la —, t. XXIV, 1re partie; 1874-75.

P. de Loriol et Pellat. — Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer (suite), 1.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences naturelles. Bulletin de la —, 2e sér., t. XIII, n° 74; 1875.

M. de Tribolet. — Sur une nouvelle espèce de Crustacé décapode macroure (*Gebia controversa*) des terrains valangien et urgonien de Sainte-Croix, 657.

E. Renevier. — Observations sur le Cours de Géologie comparée de Stanislas Meunier, 688.

Ph. de la Harpe. — Plantes fossiles trouvées à Epalinges et au Calvaire, près Lausanne, 692.

Zurich. Société paléontologique Suisse. Mémoires de la —, t. I; 1875.

C. Mœsch. — Monographie der Pholadomyen, n° 1.

O. Heer. — Ueber fossile Pflanzen von Sumatra, n° 2.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

du 8 novembre 1875 au 10 janvier 1876.

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES.

(Les noms des donateurs sont en italique).

Achiardi (Ant. d'). Coralli eocenici del Friuli, gr. in-8°, 100 p., 16 pl.; Pise, 1875.

Cortazar (D. de). Descripcion fisica, geologica y agrologica de la provincia de Cuenca, gr. in-8°, 406 p., 4 pl.; Madrid, 1875 *(Commission de la Carte géologique d'Espagne).*

Cotteau (G.). Paléontologie française, 1re sér., *Animaux invertébrés.* Terrain jurassique, 31e livr., *Echinodermes réguliers,* f. 4-6, pl. 155-166; nov. 1875; Paris, chez G. Masson *(Comité de la Paléontologie française).*

Delaire (Al.). Le fond des mers. Études lithologiques, in-8°, 82 p.; Paris, 1875.

Dœlter (C.). Beiträge zur Mineralogie des Fassa-und Fleimserthales. I, gr. in-8°, 8 p.; Vienne, 1875.

— et *R. Hœrnes.* Chemisch-genetische Betrachtungen über Dolomit, mit besonderer Berücksichtigung der Dolomit-Vorkommnisse Südost-Tirols, gr. in-8°, 40 p.; Vienne, 1875.

Dumont (Fr.) et *G. Mortillet.* Histoire des Mollusques terrestres et d'eau douce vivants et fossiles de la Savoie et du bassin du Léman, 1re partie : *Généralités,* in-8°, 129 p.; Chambéry, 1852.

Friren. Mélanges paléontologiques, 1er article : *Orthoidea, Strapa-rolus, Ammonites, Aulacoceras* et *Tisoa siphonalis* du Lias moyen, in-8°, 22 p., 2 pl.; Metz, 1875.

Gorceix. Organizaçao de uma Escola de Minas na provincia de Minas Geraes, in-8°, 24 p.; Rio-de-Janeiro, 1875.

Kinkelin (Fr.). Ueber die Eiszeit, in-8°, 64 p., 1 pl.; Lindau-i.-B., 1876.

Lartet (Ed.) et H. Christy. *Reliquiæ Aquitanicæ;* being Contributions to the Archæology and Palæontology of Perigord and the adjoi-

ning provinces of southern France, edited by Th.-R. Jones, part XVI, in-4°, p. 225-256 et 183-187, pl. C IX et X; Londres, chez Williams and Norgate; Paris, chez J.-B. Baillière et fils; Leipzig, chez F.-A. Brockhaus *(Les héritiers de M. Lartet)*.

Lavalley, Larousse, Delesse, Potier et *de Lapparent*. Chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre. Rapports sur les sondages exécutés dans le Pas-de-Calais en 1875, in-4°, 42 p., 4 pl.; Paris, 1875.

Loriol (P. de) et *E. Pellat*. Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer, 2e partie : Fin de la description des fossiles, in-4°, 345 p., 16 pl.; Paris, 1875, chez F. Savy.

Mallada (Lucas). Breve resena geologica de la provincia de Huesca, in-8°, 64 p.; Madrid, 1875.

Michel-Lévy. Sur les divers modes de structure des Roches éruptives, étudiées au microscope, in-4°, 4 p.; Paris, 1875.

Mojsisovics (Edm. von). Ueber die Ausdehnung und Structur der südosttirolischen Dolomitstöcke, in-8°, 18 p.; Vienne, 1875.

Mœller (von). Otcherk geologitcheskago stroenia ioujnoï tchasti Nijégorodskoï gubernii, in-8°, 88 p., 1 pl.; Saint-Pétersbourg, 1875.

Mortillet (G. de). Ipsometria della rete delle strade ferrate Lombardo-Venete, in-8°, 4 p.; Milan, 1860.

Ortlieb (J.). Note sur le Mont-des-Chats, in-8°, 14 p.; Lille, 1875.

Rath (G. vom). Der Monzoni im südostlichen Tirol, in-8°, 44 p., 2 pl.; Bonn. 1875.

Smith (J. Lawrence). Description d'une masse de Fer météorique, dont on a observé la chute dans le Sud de l'Afrique, et Remarques sur l'Enstatite; — Notes sur le Corindon de la Caroline du Nord, de la Géorgie et de Montana; — Nouvelle note sur le Corindon de la Caroline du Nord, de la Géorgie et de Montana; — Masse de Fer météorique découverte en creusant un fossé. Observations sur la structure moléculaire du Fer météorique. Protochlorure solide de fer dans les Météorites; — Sur la Warwickite; — Curieuse association de Grenat, d'Idocrase et de Datolithe; — Anomalie magnétique du Sesquioxyde de fer préparé à l'aide de Fer météorique, in-4°, 26 p.; 1873-75.

— A note in relation to the mass of Meteoric iron that fell in Dickson county, Tenn., in 1835, in-8°, 4 p.; New-Haven,...

Svenska Vetenskaps Akademiens. Lefnadsteckningar öfver K. — efter år 1854 aflidna Ledamöter, t. I, n° 3, in-8°, VIII - 152 p.; Stockholm 1873.

Toula (Franz). Eine Kohlenkalk-Fauna von den Barents-Inseln (Nowaja-Semlja N. W.), in-8°, 83 p., 6 pl.; Vienne, 1875.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes-rendu daires des séances de l'—, t. LXXXI, nos 19 à 26; 1875.

Michel-Lévy. — Sur les divers modes de structure des Roches éru au microscope, 820.

Daubrée. — Exemples de formation contemporaine de la pyrite d sources thermales et dans l'eau de mer, 854; — Minéralisation subie organiques, végétaux et animaux, dans l'eau thermale de Bourbonne- — Note sur la première partie du voyage de M. Nordenskiöld sur le

Salvetat. — Faits pour servir à l'étude du Diluvium granitique d environs de Paris. Lithologie des sables de Beynes et de Saint-Cloud 941.

J.-L. Smith. — Troïlite, sa vraie place minéralogique et chimique, drocarbure cristallisé, venant de l'intérieur d'une masse de Fer mété

Friedel. — Sur certaines altérations des agates et des silex, 979.

Chevreul. — Examen d'un bois dit *pétrifié* par du sous-carbonate d à Bourbonne-les-Bains, dans un puisard romain, 1006.

A. Gaudry. — Sur quelques indices de l'existence d'Édentés au cor l'époque miocène, 1036; — Sur de nouvelles pièces fossiles décou Phosphorites du Quercy, 1113.

St. Meunier. — Examen lithologique du sable à glauconie, inféri grossier, 1200; — Remarques relatives à un mémoire de M. Tscherma gie des Météorites, 1278.

Ed. Jannettaz. — Sur la propagation de la chaleur dans les rocl schisteuse, 1254.

— Annales des Mines, 7e série, t. VIII, 4e livr.; 1875.

L. Sauvage. — Notice sur les minerais de Fer du Lac Supérieur, 1 sur les mines de Cuivre du Lac Supérieur, 28; — Notice sur la mét ment des minerais d'Or et d'Argent suivie à l'usine de Black Hawk, Co

E. Dupont.— Notice sur le sondage au diamant exécuté à Rheinfelden

— Journal des Savants, novembre et décembre 1875.

— Revue de Géologie pour les années 1873 et 1874, par et de Lapparent, t. XII; 1876.

— Revue scientifique de la France et de l'Étranger, 2e s née, nos 20 à 28; 1875-76.

G. Tschermak. — La formation des Météorites et le Vulcanisme, 497

O. Silvestri. — La dissociation chimique et les phénomènes volcani et analyse d'un nouveau minéral de l'Etna commun dans les volcans,

W.-B. Clarke. — Les mines métalliques de la Nouvelle-Calédonie, 5

— Société centrale d'Agriculture de France. Bulletin de la —, t. XXXV, no 8; 1875.

— Société botanique de France. Bulletin de la —, t. 1875.

Amiens. Société linnéenne du Nord de la France. Bulle nos 42 et 43; 1875-76.

Angers. Société industrielle et agricole d' — et du département de Maine-et-Loire. Bulletin de la —, 3e sér., t. XVI, 1er trim.; 1875.

Chalons-sur-Marne. Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne. Mémoires de la —, 1873-74.

Dijon. Société d'Agriculture et d'Industrie agricole du département. Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or publié par la —, 1875, 2e et 3e trim.

Rouen. Société des Amis des Sciences naturelles de —. Bulletin de la —, 2e sér., t. XI, 1er sem.; 1875.

Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale. Bulletin de la —, 2e sér., t. IV, 2e livr.; 1875.

Gorceix. — Notice sur le gisement et l'exploitation de l'Or à Lavras, province de Rio-Grande du Sud, 361.

Toulouse. Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme, par M. *Ém. Cartailhac*, 2e sér., t. VI, 10e et 11e livr.; 1875.

— Société d'Histoire naturelle de —. Bulletin de la —, t. IX, n° 3; 1874-75.

E. Trutat. — Dépôts glaciaires de la vallée inférieure du Tech (Pyrénées-Orientales), 178.

Allemagne. Berlin. Akademie den Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. Preussischen —, 1875, juillet et août.

G. vom Rath. — Mineralogische Notizen : über den Phakolith von Richmond, Victoria, Australien; über merkwürdige Sanidinkrystalle auf Drusen einer doleritischen Lava von Bellingen, Westerwald; über einen Brookit von Atliansk, Ural; uber eine neue Ausbildung des Anatas vom Cavradi in Tavetsch; über die chemische Zusammensetzung des gelben Augits vom Vesuv, 523.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der Deutschen —, t. XXVII, n° 2; 1875.

Richter. — Aus dem Thüringischen Schiefergebirge, 261.

W. Reiss. — Bericht über eine Reise nach dem Quilotoa und dem Cerro hermoso in den ecuadorischen Cordilleren, 274.

G. vom Rath. — Beiträge zur Petrographie : I. Ueber einige Andesgesteine; II. Ueber die Gesteine des Monzoni; III. Ein merkwürdiger Basaltgang nahe Tannbergsthal im sächsischen Voigtlande; IV. Die weisse Asche von Vulcano, 295.

B. Studer. — Die Porphyre des Luganersee's. 417.

L. von Fellenberg. — Analysen zweier Porphyre aus dem Maroggiatunnel im Tessin, 422.

F. Rœmer. — Ueber C.-E. von Baer's *Bos Pallasii* aus dem Diluvium von Danzig, 430.

Klette. — Ueber Anatas und Brookit von Wolfshau bei Schmiedeberg, in Schlesien, 442.

F. Schmidt. — An H. von Martens, 444.

F. Fouqué. — An H. G. vom Rath, 444.

M. Scholz. — An H. Berendt, 445.

M. von Tribolet. — An H. Dames, 446.

F. Sandberger. — An H. K.-A. Lossen, 447

K.-A. Lossen. — An H. Beyrich, 448.
Des Cloizeaux. — An H. G. vom Rath, 455.
A. d'Achiardi. — An H. G. vom Rath, 462.
N.-St. Maskelyne. — An H. G. vom Rath, 464.

Dresde. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Leopoldina. Amtliches Organ der K. —, 7e livr.; 1871-72.

—J. Barrande. Prüfung der palæontologischen Theorien durch die Wirklichkeit, 53.

— Id., 8e livr.; 1872-73.

— Die 45 Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Leipzig, 1872, 3, 13.
H. von Dechen. — Bericht über die allgemeine Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft zu Bonn, 1872, 6.

— Id., 9e livr.; 1873-74.

H. von Dechen. — Bericht über die General-Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft, 1873, 15, 24.

— Die 46 Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden, 1873, 37, 55.

— — Verhandlungen der K. —, t. XXXVI; 1873.

H. Engelhardt. — Die Tertiärflora von Göhren, III.
H. Möhl. — Die Basalte und Phonolithe Sachsens, IV.

Gotha. Mittheilungen aus *Justus'Perthes* geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, t. XXI, n° 11; 1875.

Alsace-Lorraine. Strasbourg. Geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen. Abhandlungen zur —, t. I, n° 1; 1875.

Autriche-Hongrie. Vienne. Geologischen Reichsanstalt. Abhandlungen der K. K. —, t. VII, nos 1 et 2; 1874.

Aloïs von Alth. — Ueber die palæozoischen Gebilde Podoliens und deren Versteinerungen, 1e Abth., I.
Ed. Mojsisovics von Mojsvar. — Ueber die triadischen Pelecypoden-Gattungen *Daonella* und *Halobia*, II.

— Jahrbuch der K. K. —, t. XXIV, nos 2 et 4; 1874.

G. Stache. — Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen. Versuch einer kritischen Darlegung des Standes unserer Kenntnisse von den Ausbildungsformen der vortriadischen Schichtencomplexe in den österreichischen Alpenländern. Studien in den paläozoischen Gebieten der Alpen, n° II, 135, 333.
M.-V. Lipold. — Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Idria in Krain, 425.
Mineralogische Mittheilungen: J. Rumpf. — Einfache Albitkrystalle aus dem Schneeberg in Passeir, 101; — Magnesiaglimmer von Morawitza, 177; — Misspickel-Krystalle von Schladming, 178; — Gosaukolhe von der Kainach, 178.
E.-S. Dana. — Morphologische Studien über Atacamit, 103.
Nauckhoff. — Ueber das Vorkommen von gediegenem Eisen in einem Basaltgange bei Ovifak in Grönland, 109.
A. Schrauf. — Monographie des Roselith, 137; — Ueber Klinochlor, klinoquadratisches und klinohexagonales System, 161.

G. Tschermak. — Der Meteoritenfund bei Ovifak in Grönland, 165; — Die Form und die Verwandlung des Labradorits von Verespatak, 269.

L. Sipöcz. — Plagioklas von Verespatak, 175.

E. Ludwig. — Albit vom Schneeberg in Passeir, 176.

Ed.-F. Neminarz. — Klinochlor von Chester, County Pennsylvania, 176.

R. von Drasche. — Petrographisch-geologische Beobachtungen an der Westküste Spitzbergens, 261.

Aug. Frenzel. — Famatinit und Wapplerit, 279.

Notizen: Glauberit von Priola in Sizilien, 179; Stalagmit aus der Adelsberger Grotte, 179; Calcitdrilling nach 2 R., 180; Pinolit von Goldeck, 281; Crinoïden aus dem Sunkgraben, 282; Halloysit von Tüffer, 282; Quarz von der Saualpe, 284; Eisen-Nickelkies aus dem Sesia-Thale, 285; Guarinit, 285.

— — Verhandlungen der K. K. —, 1874, nos 16 à 18.

E. Tietze. — Mittheilungen aus Persien, I et II, 377.

C. Dœlter. — Das Monzoni-Gebirge, 380.

A. Rücker. — Bemerkungen über die Erzlagerstätten von Mies, 381.

F. Toula. — Die Congerien-Schichten am Eichkogel bei Mödling, 383.

H. Wolf. — Das Bohrloch von Pristoupin bei Böhmisch-Brod, 383.

R. Hœrnes. — Ueber Tertiärconchylien aus dem Banat, 387; — Vorlage von prismatischen Sandsteinen aus der Gegend von Reichenberg in Böhmen, eingesendet durch H. J. Baumheyer, 401.

H. Zugmayer. — Ueber das Vorkommen von Bonebed-Schichten im Piesting-Thale in Nieder-Œsterreich, 395.

D. Stur. — Neue Aufschlusse in Seegengottes bei Rossitz und Sendung von Pflanzenresten aus dem liegendsten Flötze von H. H. Rittler, 395; — Phosphorsäurehältige Gesteine in einem Bohrloche bei Schönau in Böhmen, 399.

— Id., 1875, nos 13 à 15.

Schimper. — Geologische Verhältnisse des districtes Arrho in Abyssinien, 232.

C. Dœlter. — Trachyte von der Insel Kos, 233; — Bemerkungen zu dem Artikel des H. G. vom Rath in Nr. 14, 289; — Ueber einige neue Mineralfunde aus Süd-Ost-Tirol, 295.

G. Stache. — Eruptivgesteine aus dem Ortler-Gebiet und der Gebirgsgruppe des Zwölfer-Spitz im oberen Vintschgau, 234.

R. Hörnes. — Aufnahme im Quellgebiet des Rienz-Flusses, 238; — Aufnahmen in Sexten, Cadore und Comelico, 266; — Zur Genesis der Südtiroler Dolomite, 290.

G. vom Rath. — Bemerkungen zu Dr. C. Dölters Arbeiten über das Monzonigebirge, 218.

O. Feistmantel. — Weitere Bemerkungen über fossile Pflanzen aus Indien, 252.

Sacher. — Ueber das Erstarren geschmolzener Kugeln in einem flüssigen Medium, 261.

C.-M. Paul. — Braunkohlenführende Mediterran-Ablagerungen in Westgalizien, 264; — Neue Erfahrungen über die Deutung und Gliederung der Karpathen-Sandsteine, 291.

R. von Drasche. — Mittheilungen von Bourbon, 266; — Die Vulcane der Insel Reunion (Bourbon), 285.

K. Deschmann. — Die Pfahlbautenfunde auf dem Laibacher Moore, 275.

G. Haberlandt. — Ueber eine fossile Landschildkröte des Wienerbeckens, 288.

H. Zugmayer. — Ueber Petrefactenfunde aus dem Wiener Sandstein des Leopoldsberges bei Wien, 292.

M. Vacek. — Ueber einen Unterkiefer von *Mastodon longirostris*, K
Belvedere-Sande am Laaer-Berge bei Wien, 296.

Canada. Montréal. Exploration géologique du Canada. 1
opérations pour 1873-74.

Alf. Selwyn. — Rapport sommaire des explorations géologiques, 1
tions faites sur le territoire du Nord-Ouest, depuis Fort-Garry jusqu'à
tain House, 20.

Harrington. — Mémoire sur les Houilles, Minerais de fer, etc., de l'
Notes sur les minerais de fer du Canada et leurs gisements, 230.

Rob. Bell. — Rapport sur la région située entre la Rivière Rouge
chewan sud, avec notes sur la Géologie de la région située entre le I
et la Rivière Rouge, 83.

J. Richardson. — Rapport sur les explorations géologiques dans
britannique, 120.

Ch. Hoffmann. — Analyses de lignites, 115; — Notes sur les éc
houille provenant du terrain houiller d'Inverness, Cap-Breton, 226.

H.-G. Vennor. — Rapport des explorations et études dans les con
tenac, Leeds et Lanark, avec notes sur la Plombagine de Buckingha
des cantons de Templeton et Portland, comté d'Ottawa, 132.

Scott Barlow. — Rapport sur l'exploration et l'arpentage du terrai
Springhill, comté de Cumberland, Nouvelle-Écosse, 174.

W. Mac-Ouat. — Rapport sur une partie de la région houillère
Cumberland, N.-E., 191.

Ch. Robb. — Rapport sur les explorations et études faites au Cap-B

Whiteaves. — Notes sur les Fossiles crétacés recueillis par M. James
dans l'île de Vancouver et les îles voisines, 315.

Danemark. Videnskabernes Selskabs. Oversigt over det
— Forhandlinger og dets Medlemmers Arbejder, 1874, n° 2

Espagne. Revista minera, sér. B, t. I, nos 32 à 36; 1875.

— Guia del Geologo y Mineralogista expedicionario en Espana, 217, 2

— Id., t. II, n° 37; 1876.

États-Unis. New-Haven. The American Journal of Sc
Arts, 3e sér., t. X, nos 59 et 60; 1875.

A.-R. Grote. — The effect of the Glacial epoch upon the distribution o
in North America, 335.

A. Hyatt. — Abstract of a Memoir on the Biological relations of
Ammonites, 344.

J.-L. Smith. — A note in relation to the mass of Meteoric iron that fe
county, Tenn., in 1835, 349.

J.-D. Dana. — On southern New-England during the melting of the g
III et IV, 353, 409.

N.-R. Leonard. — Iowa county Meteor and its meteorites, 357.

A.-E. Verrill. — On the Post-pliocene Fossils of Sankoty Head, Nant
with a Note on the Geology *by* S.-H. Scudder, 364.

O.-C. Marsh. — On the Odontornithes, or Birds with teeth, 403.

Edw. Suess. — Abstract of a Memoir on the origin of the Alps, 446.

G.-P. Becker. — Notes on a new feature in the Comstock-Lode, 459.

Grande-Bretagne. Dublin. Royal Irish Academy. Proceedings of the —, 2e sér., t. I, n° 10; 1874.

— Id., t. II, nos 1 à 3; 1875.

W.-H. Baily. — On Fossils from the Upper Old Red Sandstone of Kiltorcan Hill, in the county of Kilkenny, 45.

G.-H. Kinahan. — On microscopical structure of Rocks. Ingenite Rocks, I-IV, 94, 161, 164, 180; — On granitic and other ingenite Rocks of Yar-Connaught and the Lower Owle, 102.

Edw.-T. Hardman. — On two new deposits of human and other bones discovered in the cave of Dunmore, county Kilkenny, 168.

A.-L. Adams. — On a fossil saurian Vertebra (*Arctosaurus Osborni*) from the Arctic regions, 177.

— The Transactions of the —, t. XXV, *Science,* nos 10 à 19; 1875.

Londres. Geological Magazine (The), 2e sér., 2e déc., t. II, n° 12; 1875.

Ch. Ricketts. — The cause of the glacial period, with Reference to the British isles, 573.

F.-W. Hutton. — Did the cold of the glacial epoch extend over the Southern Hemisphere, 580.

S. Allport. — On the classification and nomenclature of Rocks, 583.

T.-M. Reade. — Wind denudation. Eolites, 587.

T.-R. Jones. — Notes on some Sarsden Stones, 588.

W. Flight. — A Chapter in the History of Meteorites, XII, 589.

— Id., t. III, n° 1; 1876.

J.-W. Judd. — Contributions to the Study of Volcanos. On the origin of lake Balaton in Hungary, 5.

A.-E. Nordenskiöld. — Sketch of the Geology of Ice Sound and Bell Sound, Spitzbergen, 16.

H. Miller. — Northumberland escarpments and Yorkshire terraces, 23.

— Geological Society. The quarterly Journal of the —, t. XXXI, n° 3; 1875.

J.-A. Phillips. — The Rocks of the mining districts of Cornwall and their relation to metalliferous deposits, 319.

G.-W. Ormerod. — On the Murchisonite beds of the estuary of the Ex, and an attempt to classify the beds of the Trias thereby, 346.

J.-M. Wilson. — On the probable existence of a considerable Fault in the Lias near Rugby, and of a new Outlier of the Oolite, 355.

D.-C. Davies. — The Phosphorite deposits of North Wales, 357.

H. Hicks. — On the occurence of Phosphates in the Cambrian rocks, *with* an Appendix on the Chemical analyses of the rocks *by* W.-H. Hudleston, 368.

D. Mackintosh. — On the origin of Slickensides, with Remarks on specimens from the cambrian, silurian, carboniferous and triassic formations, 386.

J.-C. Ward. — Notes on the comparative microscopic Rock-structure of some ancient and modern volcanic rocks, 388.

Th. Huxley. — On *Stagonolepis Robertsoni,* and on the evolution of the Crocodilia, 423.

H.-G. Seeley. — On the Maxillary bone of a new Dinosaur (*Priodontognathus*

Phillipsii), contained in the Woodwardian Museum of the Universit 439; — On the Axis of a Dinosaur from the Wealden of Brook in th probably referable to the *Iguanodon*, 461; — On an Ornithosaurian *(I validus)* from the Purbeck limestone of Langton near Swanage, 465.

Rob. Etheridge. — Description of a new species of the genus *Hemi* from the tertiary rocks of Victoria, Australia, with Notes on so described species from South Australia, 444.

T.-R. Jones et C.-C. King. — On some newly exposed sections of and Reading beds at Reading, Berks, 451.

H.-C. Sorby. — On the remains of a fossil Forest in the Coal-measu near Sheffield, 458.

O. Fisher. — Remarks upon Mr. Mallet's Theory of Volcanic energy

Fr. Rutley. — Notes on some peculiarities in the microscopic structu 479.

Arch. Liversidge. — Notes on the Bingera Diamond-field, with Mudgee Diamond-field, 489.

R. Tate. — On the Lias about Radstock, 493.

Italie. Rome. Comitato geologico d'Italia. Bollettino del nos 7 et 8.

G. Seguenza. — Studii stratigrafici sulla Formazione pliocenica dell'I nale (suite), 203.

C. de Stefani. — Dell'epoca geologica dei Marmi dell'Italia centrale,

B. Cotti. — Il terreno nummulitico nel versante orientale della Co falco, 227.

Fr. Coppi. — Brevi note sulle Salse modenesi, 231.

T. Fuchs. — Sulla relazione di un viaggio geologico in Italia, 237; delle formazioni terziarie nel versante settentrionale dell'Apennino Bologna, 245; — Sulla formazione della *Terra rossa*, 259.

G. Capellini. — Calcare a *Amphistegina*, strati a *Congeria* e calcare Monti Livornesi, nuove ricerche, 211.

Java. Amsterdam. Jaarboek van het Mijnwezen in Ne Oost-Indië, 4e année, t. I; 1875.

R.-D.-M. Verbeek. — Geologische Beschrijving der distrikten Riam-K in de zuider-en ooster-afdeeling van Borneo; volgens opneming in c en 1870, 3; — Sumatra's westkust: I. Over den ouderdom der Steenl œmbilien-kolenveld in de Padangsche bovenlanden en van de sedim mingen van Sumatra in het algemeen, 135.

P. van Dijk. — Vijfde artesische putboring te Batavia. Put n° V te Pa — Nadere omschrijving van de buizing van den artesischen Put n° V t 208; — Mededeeling omtrent de zesde artesische putboring te Batavia,

C.-L. Vlaanderen. — Scheikundig onderzœk van Bangka-tin, 233.

Russie. Moscou. Société I. des Naturalistes de —. Bulleti t. XLIX, n° 1; 1875.

Suède. Stockholm. Vetenskaps-Akademiens. Bihang till — Handlingar, t. I; 1872-73.

G. Nauckhoff. — Om Förekomsten af gediget jern i en basaltgan Grönland. Geognostisk och kemisk Undersökning, V.

L. Palmgren. — Om svenska fosforitförande konglomerat, VI.

J.-W. Hulke. — Memorandum on some fossil vertebrate remains collected by the swedish expeditions to Spitzbergen in 1864 and 1868, IX.

A.-E. Törnebohm. — Ueber die Geognosie der schwedischen Hochgebirge, XII.

— Id., t. II; 1874-75.

A.-E. Nordenskiöld. — Kristallografiska bidrag, II; — Redogörelse för den svenska Polarexpeditionen ar 1872-1873, XVIII.

O. Gumælius. — Om mellersta Sveriges Glaciala bildningar : I. Om krosstengrus, glacialsand och glaciallera, IX.

D. Hummel. — Om Rullstensbildningar, XI.

— — K. S. — Handlingar, 2e série, t. IX, 2e partie; 1870.

G. Lindström. — A Description of the Anthozoa perforata of Gotland, VI.

J.-G.-O. Linnarsson. — Geognostiska och palæontologiska Iakttagelser öfver Eophytonsandstenen i Vestergötland, VII.

P.-T. Cleve. — On the Geology of the North-Eastern West India Islands, XII.

— Id., t. X; 1871.

L.-F. Nilson.— Om Arsenikens sulfurer och deras föreningar, II.

— Id., t. XII; 1873.

O. Heer.— Beiträge zur Steinkohlenflora der arctischen Zone, III; — Die Kreideflora der arctischen Zone, gegründet auf die von den schwedischen Expeditionen von 1870 und 1872 in Grönland und Spitzbergen gesammelten Pflanzen, VI.

— — Œfversigt af K. — Förhandlingar, t. XXVIII; 1871.

L. Törnquist. — Geologiska iakttagelser öfver den kambriska och siluriska lagföljden i Siljanstrakten, 83.

B. Lundgren. — Om förekomsten af bernsten vid Fyllinge i Halland, 297.

L.-F. Nilson. — Om Arsenikens sulfurer och deras föreningar, 303.

J.-G.-O. Linnarsson. — Jemförelse mellan de Siluriska aflagringarna i Dalarne och i Vestergötland, 339; — Om några försteningar från Sveriges och Norges Primordialzon, 789.

Th. Nordström. — Kemisk undersökning af Meteorjern från Ovifak på Grönland, 453.

O. Gumælius. — Bidrag till kännedomen om Sveriges Erratiska bildningar, samlade å geologiska kartbladet *Œrebro*, 569.

D. Hummel. — Œfversigt af de geologiska förhallandena vid Hallands ås, 585.

A. Sjögren. — Bidrag till Œlands Geology, 673.

L.-J. Igelström. — Om Sandstens förekommande i fast berg vid Storsjön i Gefleborgs län, 921; — Tefroït och Tefroït-arter i Svenska jernmalmer, 1169.

O. Heer. — Förutskickade anmärkingar öfver Nordgrönlands Kritflora, grundade på den svenska expeditionens upptäckter 1870, 1175.

— Id., t. XXIX; 1872.

A.-E. Törnebohm. — En geognostisk profil öfver den Skandinaviska fjällryggen mellan Œstersund och Levanger, 3 (n° 1).

L. Törnquist. — Geologiska iakttagelser i Rättviks, Ore och Orsa socknar i Dalarne sommaren 1871, 5 (n° 2).

L.-J. Igelström. — *Manganophyll*, en ny glimmerart från Pajsbergs jernoch manganmalmsgrufvor i Wermland, 63 (n° 3).

O. Torrell. — Undersökningar öfver Istiden, I, 25 (n° 10).

— Id., t. XXX; 1873.

C. Holmström. — Œfversigt af bildningar från och efter Istiden v Malmöhus län, 9 (n° 1).

O. Torrell. — Undersökningar öfver Istiden, II, 47.

G. Lindström. — Några anteckningar om *Anthozoa tabulata*, 3 (n° 4); på svenska undersiluriska Koraller, 21.

J.-G.-O. Linnarsson. — Berättelse om en med understöd af allmänt vetenskaplig resa till Böhmen och Ryska Œstersjöprovinserna, 89 (n°

Alf. Nathorst. — Om den arktiska Vegetationens utbredning öfve om Alperna under Istiden, 11 (n° 6); — Om några förmodade Växtfos

A.-E. Nordenskiöld. — Om Kristallvattnets inflytande på Kristallfo — Om Ceritens Kristallform, 13.

O. Heer. — Om de miocena Växter, som den svenska expeditione från Grönland, 5 (n° 10).

— Id., t. XXXI; 1874.

A.-E. Nordenskiöld. — Om kosmiskt stoft, som med nederbörden dytan, 3 (n° 1); — Om Cacholong, 3 (n° 5).

O. Heer. — Anmärkningar öfver de af svenska polarexpeditionen 187 fossila Växter, 25 (n° 1); — Om några fossila Växter från ön Sachalin.

B. Lundgren. — Om en *Comaster* och en *Aptychus* från Köpinge, 61

L. Törnquist.— Om Siljanstraktens paleozoiska formationsled, 3 (n°

W. Leche. — Anteckningar om de Lösa jordlagren vid Travemünde

G. Eisen. — Om foglars förmåga att bidraga till sammanblandni rande jordlag, 17 (n° 7).

Suisse. Bâle. Naturforschenden Gesellschaft in —. Ve der —, t. VI, n° 2; 1875.

Alb. Müller. — Kleinere Mittheilungen: I. Die Granite des Fellith kommen von Quartzitgneissen und Granuliten in den Vogesen; III. Ps von Eisenzinkspath nach Kieselzink; IV. Vorkommen erratischer Bl Basel; V. Ueber die blaue Färbung einiger Jurakalksteine, 267; — D bohrversuch bei Rheinfelden, 345.

P. Merian. — Ueber die Bewegung der Gletscher, 291; — Ueber chen Embryo von *Ichthyosaurus*, 343.

L. Rütimeyer. — Ueberreste von Büffel (*Bubalus*) aus quaternären von Europa, nebst Bemerkungen über Formgrenzen in der Gruppe d 356; — Spuren des Menschen aus interglaciären Ablagerungen i 333.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

du 10 janvier au 6 mars 1876.

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES.

(Les noms des donateurs sont en italique.)

Barrois (*Ch.*). Description géologique de la Craie de l'île de Wight, gr. in-8°, 30 p., 1 pl.; Paris,...

— L'âge des couches de Blackdown (Devonshire), in-8°, 8 pl.; Lille, 1875.

Boston Society of Natural history. Jeffries Wyman. Memorial meeting of the —, oct. 7, 1874, gr. in-8°, 39 p.; Boston, 1874.

Burmeister (*H.*). Description physique de la République Argentine d'après des observations personnelles et étrangères, *traduite de l'allemand par* E. Maupas, t. I : *Histoire de la découverte et Géographie du pays,* in-8°, 392 p.; Paris, 1876, chez F. Savy.

Candolle (*Alph. de*). Sur les causes de l'inégale distribution des Plantes rares dans la chaîne des Alpes, in-8°, 15 p.; Florence, 1875.

— Existe-t-il dans la Végétation actuelle des caractères généraux et distinctifs qui permettraient de la reconnaître en tous pays si elle devenait fossile?, in-8°, 7 p.; Genève, 1875.

Capellini (*G.*). L'Uomo pliocenico in Toscana, in-8°, 7 p.; Bologne, 1875.

— Sulle Balene fossili Toscane, in-4°, 8 p.; Rome, 1876.

Choffat (*P.*). Le Corallien dans le Jura occidental, in-8°, 16 p.; Genève, 1875.

Cotteau (*G.*). La Société géologique de France à Chambéry, à Genève et à Chamonix. La Société helvétique à Andermatt, session de 1875, gr. in-8°, 24 p.; Auxerre, 1875.

Cotty (*Ern.*). *Antediluviana.* Poème géologique, gr. in-8°, 18 p.; Bourg, 1876.

Delfortrie. Rhinoceros tichorhinus; Un Dauphin d'espèce nouvelle dans les Faluns du Sud-Ouest, in-4°, 7 p., 4 pl.; Bordeaux, 1875.

Dewalque (*G.*). Rapport sur le projet d'une nouvelle gique de la Belgique, in-8°, 8 p.; Liége, 1875.

— Documents relatifs à la publication d'une nouvelle gique de la Belgique, in-8°, 47 p.; Bruxelles, 1875.

— Rapport à l'Académie Royale de Belgique sur la 5e programme de concours pour 1875: *On demande la de système houiller du bassin de Liége,* in-8°, 51 p.; Bruxell

— Rapport sur le mémoire *sur l'étage dévonien des P Condroz en Condroz,* par M. Mourlon, in-8°, 4 p.; Bruxel

— Rapport sur le mémoire *sur l'étage dévonien des P Condroz dans le bassin de Theux, dans le bassin septen Aix-la-Chapelle et Ath) et dans le Boulonnais,* par M. M 3 p.; Bruxelles, 1875.

— Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de 1 Marche du 4 au 6 octobre, gr. in-8°, 18 p.; Liége, 1874.

Favre (*Alph.*). Note sur les terrains glaciaires et post- revers méridional des Alpes dans le canton du Tessin et en in-8°, 11 p.; Genève, 1876.

Favre (*Ern.*). Description des Fossiles du terrain jura montagne des Voirons (Savoie), in-4°, 78 p., 7 pl.; Pari F. Savy; Bâle et Genève, chez H. Georg; Berlin, chez R. et fils.

Fontannes (*F.*). Le vallon de la Fuly et les sables à Bu virons d'Heyrieu (Isère). Étude stratigraphique et pal gr. in-8°, 60 p., 2 pl.; Lyon, 1875, chez Georg; Paris,

Gaudry (*Alb.*). Sur quelques pièces de Mammifères fo été trouvées dans les Phosphorites du Quercy, in-8°, 10 p ris, 1875.

Geological Survey of the Territories. Department of U. S. —. Miscellaneous publications. N° 5. Descriptive Ca Photographs of the —, for the years 1869 to 1875 inclusi W. H. Jackson photographer, in-8°, 81 p., 14 pl.; Wash (*M. Hayden*).

— Report of the —, t. II: The Vertebrata of the cretaceo of the West, par M. E. D. Cope, in-4°, 360 p., 57 pl.; 1875 (*M. Hayden*).

Gilliéron (*V.*). Les anciens Glaciers de la vallée de la Forêt-Noire, in-8°, 32 p.; Genève, 1876.

Hébert. Ondulations de la Craie dans le bassin de Pa gr. in-8°, 35 p., 1 pl.; Paris, 1875.

— et *Munier-Chalmas*. Réponse aux observations de gr. in-8°, 4 p.; Paris, 1875.

Hutton (*F. W.*) et *G. H. F. Ulrich*. Report on the Geology and Gold Fields of Otago, *with* Appendices by J. G. Black and J. Mc. Kerrow, in-8°, 250 p., 11 pl.; Dunedin, 1875.

Marcou (*J.*). Carte géologique de la Terre à l'échelle de $\frac{1}{23\,000\,000}$ 2e édition, 8 feuilles, et Explication, in-4°, 224 p.; Zurich, 1875, chez J. Würster et Cie; Paris, chez F. Savy; Londres, chez Edw. Stanford; Milan, Naples et Pise, chez Ulr. Hoepli.

Molon (*Fr.*). Sulle Ossa fossili della caverna in Zoppega al monte S. Lorenzo, presso S. Bonifazio di Verona, in-8°, 24 p., 2 pl.; Venise, 1875.

— Cenno sulle Alluvioni antiche ad epoca storica risultanti dallo sterro in colze nel Vicentino e sopra un Cranio ed altri oggetti ivi rinvenuti, in-8°, 23 p., 2 pl.; Vicence, 1875.

Monterosato (*Marquis de*). Poche note sulla Conchiologia mediterranea, in-8°, 15 p.; Palerme, 1875.

Mortillet (*Gabriel de*). Origine du Bronze, in-8°, 16 p., 1 pl.; Paris, 1876, chez Ern. Leroux.

Mourlon (*Michel*). Sur l'étage dévonien des Psammites du Condroz dans le bassin de Theux, dans le bassin septentrional (entre Aix-la-Chapelle et Ath) et dans le Boulonnais, 2e partie, in-8°, 42 p., 1 pl.; Bruxelles, 1875.

Rousseau (*Th.*). Étude générale sur le régime des cours d'eau du département de l'Aude, in-8°, 86 p., 1 pl.; Toulouse, 1875.

Royer (*Clémence*). Le lac de Paris à l'époque quaternaire, in-8°, 38 p.; Paris, 1875.

Schweiger-Lerchenfeld (Am. von). Ingenieur Josef Cernik's technische Studien-Expedition durch die Gebiete des Euphrat und Tigris nebst ein-und Ausgangs-Routen durch Nord Syrien, in-4°, 56 p., 3 pl.; Gotha, 1875, chez *J. Perthes*.

Toula (*Fr.*). Geologische Untersuchungen im westlichen Theil des Balkan's und in den angrenzenden Gebieten: 1. Kurze Uebersicht über die Reiserouten und die wichtigsten Resultate der Reise, in-8°, 11 p.; Vienne, 1875.

Vélain. La catastrophe du Grand-Sable (district de Salazie) dans l'île de la Réunion; — Le cirque de Salazie et le volcan de l'île de la Réunion, in-f°, 8 p.; Paris, 1876.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'—, t. LXXXII, nos 1 à 8; 1876.

Hébert. — Plissements de la Craie dans le Nord de la France, 101,

Vélain. — Sur l'éboulement survenu à l'île Bourbon, 147.

Vinson. — Note sur une commotion souterraine au centre de l'il sastre, disparition d'un hameau de 62 personnes, 149.

H. Filhol. — Mission de l'île Campbell, constitution géologique (Mammifères fossiles nouveaux provenant des dépôts de Phospha Quercy, 288

Ch. Sainte-Claire-Deville. — Sur l'éboulement du cirque de Salaz la Réunion, 253.

E. Robert. — Observations relatives aux plissements et aux bri crétacé, à propos du projet de percement d'un tunnel sous la Man les traces de dislocation que présente le terrain tertiaire dans la 390.

— Journal de Conchyliologie, par MM. *Crosse* et *Fis* t. XV; 1875.

H. Crosse. — Sur les caractères de l'opercule dans le genre *N* Description du nouveau genre *Berthelinia*, 79.

C. Mayer. — Description de Coquilles fossiles des terrains terti (suite), 66; — Description de Coquilles fossiles des terrains jurassi

A. de Denainvilliers. — Description de quelques espèces de (des terrains tertiaires des environs de Paris, 68.

R. Tournouër. — Diagnoses d'espèces nouvelles de Coquilles d'es lies par M. Gorceix dans les terrains tertiaires supérieurs de l'il Étude sur quelques espèces de *Murex* fossiles du falun de Pont-Le 144, 242; — Diagnose d'une Coquille fossile des terrains tertiair l'île de Cos, 167; — Note sur le groupe des *Cyllene* fossiles des t de l'Europe, 329.

M. de Tribolet. — Sur l'*Unio Cornueli*, d'Orb., 242.

— Journal des Savants, janv. 1876.

— Revue scientifique de la France et de l'Étranger, 2e nos 29 à 36; 1876.

— Association britannique pour l'avancement des Sciences, co section de Géologie, 84.

J. G. — Société géologique de France; session extraordinaire de l Chamonix, 87.

— Association américaine pour l'avancement des Sciences, co (Mich.), 134.

— Société centrale d'Agriculture de France. Bulletin la —, t. XXXV, n° 9; 1875.

— — Mémoires de la —, 1874.

— Société d'Anthropologie de —. Bulletins de la — n° 4; 1875.

Cl. Royer. — Le lac de Paris à l'époque quaternaire, 456.

— Société botanique de France. Bulletin de la —, t. rendus des séances, n° 2; Rev. bibliogr., C-D; 1875.

Boulogne-sur-Mer. Société académique de —. Bull t. I; 1864-72.

E. Rigaux. — Notice stratigraphique sur le Bas-Boulonnais, 95; — Note sur le Corallien, 331.

É. Sauvage. — Les grottes de la Basse-Falize, près Hydrequent (Pas-de-Calais), 135.

Cazin. — Rapport sur l'*Étude sur les terrains quaternaires du Boulonnais et sur les débris d'industrie humaine qu'ils renferment* par MM. Ém. Sauvage et Ern. Hamy, 167.

Ern. Hamy. — Étude sur l'ancienneté de l'espèce humaine dans le département du Pas-de-Calais, 217; — Découverte du Renne à l'état fossile dans le Boulonnais, 467.

Joncquel. — Étude sur les supputations géologiques de l'âge du genre humain, 559.

— Id., t. II, nos 1 et 2; 1874-75.

É. Sauvage. — Note sur les Astéries du terrain jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer, 21; — Notice sur un Spathobate du terrain portlandien de Boulogne-sur-Mer, 94.

— — Mémoires de la —, t. I; 1864-65.

— Id., t. II; 1866-67.

É. Sauvage. — Poissons fossiles des formations secondaires du Boulonnais, 53.

— Id., t. III; 1868-70.

E. Rigaux et É. Sauvage. — Description de quelques espèces nouvelles de l'étage bathonien du Bas-Boulonnais, 33.

— Id., t. V, 1re partie; 1873.

E. Rigaux. — Notes pour servir à la Géologie du Boulonnais : I. Description de quelques Brachiopodes du terrain dévonien de Ferques; II. Notes sur quelques sondages, 47.

Dijon. Société d'Agriculture et d'Industrie agricole du département. Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or publié par la —, 1875, 4e trim.

Lille. Société géologique du Nord. Annales de la —, t. II; 1874-75.

Ch. Barrois. — Sur le Gault et sur les couches entre lesquelles il est compris dans le bassin de Paris, 1; — *Crania barbata* de la Craie de Lières, 62; — Terrains traversés par la fosse Sainte-Pauline (n° 3 de la Compagnie de Liévin), 63; — *Pterodactylus* du Gault de la Meuse, 66; — *Ancorina* des sables d'Ostricourt, et observations sur la phylogénie des Éponges, 71; — Sur l'Aachénien, 80; — Ondulations de la Craie dans le Sud de l'Angleterre, 85; — Existence de la zone à *Ammonites Milletianus* à Fourmies, 134; — La zone à *Belemnites plenus*. Étude sur le Cénomanien et le Turonien du bassin de Paris, 146; — *Byssacanthus Gosseleti* du Dévonien supérieur, 200.

Debray. — Coupe prise à Lille près du canal de la Basse-Deule, 61; — Forage à Baisieux, 111.

Ortlieb. — Observations sur la note de M. Vanden Broeck sur les sables verts sans fossiles de l'Éocène moyen de Belgique, 64; — Observations sur la note de M. Dollfus sur le contact du Laekenien et du Tongrien dans les environs de Bruxelles, 140; — Réflexions à propos d'une communication de MM. Chellonneix et Lecocq, au sujet de la présence au Mont d'Halluin de fragments isolés de grès paniseliens, 198; — Note sur le Mont des Chats, 201.

Flahault. — Les Alluvions de la Lys à Comines, 66; — Sur la faune de deux bancs de Diluvium, 144.

Gosselet. — Sondage fait à Marquette, 70; — Observations sur la com
M. Barrois sur l'Aachénien, 80; — Anthracite au milieu du poudingu
Golonster, 82; — Sondage de Bully-Grenay, 84; — Documents nouvea
du terrain houiller au sud du bassin de Valenciennes, 112; — Sur le t
et le calcaire carbonifère supérieur de Saint-Remy-Chaussée, 127; —
sur les sables d'Anvers, 129.

Ladrière. — Note sur le terrain dévonien de la vallée de l'Hogneau

Chellonneix. — Note sur la colline de Mons-en-Barœul et l'argile
Marcq, 82; — Réponse aux observations de M. de Mercey, 122.

De Mercey. — Observations sur les communications de M. Chell
Craie du Pas-de-Calais, 120.

Chellonneix et Lecocq. — Note sur les environs de Tourcoing, 123.

Neyt. — Sur les Alluvions de la Zélande, 134.

G. Dollfus. — Note sur le contact du Laekenien et du Tongrien, 137

R. Laloy. — Sur les Chlorures alcalins du terrain houiller, 195.

Toulouse. Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle d
par M. *Ém. Cartailhac*, 2e sér., t. VI, livr. 12; 1875.

E. Rivière. — Faune quaternaire des cavernes des Baoussé-Rou
dites grottes de Menton, 531.

— Id., 2e sér., t. VII, livr. 1; 1876.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de
sement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et
t. XXVIII, nos 8 et 9; 1875.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —
richt der K. Pr. —, sept.-nov. 1875.

Roth. — Ueber die Gesteine von Kerguelen's Land, 723.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der D. —, t. X
1875.

Hoppe-Seyler. — Ueber die Bildung von Dolomit, 495.

J. Lemberg. — Ueber die Serpentine von Zöblitz, Greifendorf und V

J. Roth. — Ueber die neue Theorie des Vulkanismus des H. R. Mal

H. Laspeyres. — Ueber die Krystallform des Antimons, 574.

E. Kalkowsky. — Rother Gneiss und Kalkstein im Wilischthal im E

R. Hoernes. — Ein Beitrag zur Gliederung des österreichischen
rungen, 631.

W.-C. Brögger et H.-H. Reusch. — Vorkommen des Apatit in Norw

H. Trautschold. — An H. vom Rath, 703.

Von Kœnen. — An H. Dames, 706.

F. Rœmer. — An H. Dames, 707.

— Bericht über die nach der allgemeinen Versammlung der D. G.
unternommene Excursion in die bayerischen Alpen am 15, 16 und 1
751.

Dresde. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft *Isis*. Sitzu
der —, 1875, nos 1-6.

Geinitz. — Ueber eine Schmelzung von Glimmerschiefer vom Gr
— Ueber Bohrversuche nach Steinkohlen, 4; — Ueber das Silberl

schen Grunde, 6; — Ueber einen neuen Fund von *Elephas primigenius* bei Prohlis bei Dresden, 18; — Ueber O. Heer's fossile Flora der Polarländer, 18.

Westphal. — Ueber das böhmische Mittelgebirge, 1.

O. Schneider. — Ueber die Steinbrüche von Carrara, 2; — Ueber den Alabaster von Volterra, 3.

R. Lehmann. — Mineralogische Skizzen über den Kaiserstuhl im Breisgau in Baden, 6.

Dittmarsch-Flocon. — Ueber die geologischen und mineralogischen Verhältnisse von Vigsnaes auf Karmöe in Norwegen, 10.

Gotha. Mittheilungen aus *Justus Perthes'* geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, t. XXI, n° 12; 1875.

O. Lœw. — Lieut. G. M. Wheeler's zweite Expedition nach Neu-Mexico und Colorado, 1874, 441.

— Id., t. XXII; 1876.

Stuttgart. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, 1875, n°s 7 et 8.

A. Frenzel. — Mineralogisches, 673.

H.-B. Geinitz. — Ueber *Knorria Benedeniana* aus der belgischen Steinkohlenformation, 687.

Möhl. — Micromineralogische Mittheilungen. II Forts., 690; — 725.

A. Streng. — 729; — Mikroskopische Untersuchung der Porphyrite von Ilfeld, 785.

C.-W.-C. Fuchs. — Die Umgebung von Meran, 812.

Briefwechsel : Em. Kayser, 731 ; H. Rosenbusch, 849, 855; C. Klein, 851; F. Sandberger, 853; B. Studer, 854; G. vom Rath, 856; N. von Kokscharow, 857; Barbot de Marny, 858; C. Struckmann, 861.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société industrielle de —. Bulletin de la —, 1875, oct.-déc.

Autriche-Hongrie. Bude-Pesth. Földtani Intezet. A Magyar K. — Évkönyve, t. III, n° 4; 1875.

Hantken. — Uj adatok a déli Bakony föld-es öslénytani ismeretéky, 427.

— Id., t. IV, n° 2; 1875.

Böckh. — *Brachydiastematherium transilvanicum,* Bkh. et Máty., egy uj Pachyderma nem Erdély eocæn rétegeiböl, 83.

— Geologischen Anstalt. Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. Ungarischen —, t. III, n° 3; 1875.

M. von Hantken. — Neue Daten zur geologischen und palæontologischen Kenntniss des südlichen Bakony, 339.

— Id., t. IV, n° 1; 1875.

M. von Hantken. — Die Fauna der *Clavulina Szaboi* Schichten. I Th.: *Foraminiferen,* 1.

Léoben, Pribram et Schemnitz. Bergakademien zu — Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch der K. K. —, t. XXIV, n° 1; 1876.

Vienne. Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K. —, 1875, n° 16.

K. Peters. — Ueber den Kalkstein aus dem Sauerbrunngraben bei Stainz in Steiermark, 300.

O. Feistmantel. — Mineralogische Notizen aus Indien, 301.

Kapff. — Ueber einen neuen Fund von Saurierresten im Stubensandstein, 303.

C. Dœlter. — Thomsonit (Comptonit) vom Monzoni, 304.

K. John. — Thomsonit und Amphibol vom Monzoni, 305.

Edm. von Mojsisovics. — Vorlage des zweiten Heftes seines Werkes : *Das Gebirge um Hallstatt*, 306.

R. Hœrnes. — Vorlage von Wirbelthierresten aus den Kohlen-Ablagerungen von Trifail in Steiermark, 310.

— Id., 1876, n°s 1 et 2.

Th. Fuchs. — Ueber die Formenreihe *Melanopsis impressa-Martiniana-Vindobonensis*, 29.

D. Stur. — Die Trilobiten-Fund des H. Kasch in den Kalkmuggeln des Heiligenberger Schachtes bei Pribram, 31.

C. Dœlter et E. Mattesdorf. — Chemisch- mineralogische Notizen, 32.

G. Stache. — Geologische Touren in der Regentschaft Tunis, 34.

R. Hœrnes. — Vorlage von Petrefacten des Bellorophonkalkes aus Süd-Ost-Tirol, 38.

E. Döll. — Mineralien von Waldenstein in Kärnthen, 44.

M. Neumayr. — Die Halbinsel Chalkidike, 45.

R. Hœrnes. — Ein Beitrag zur Kenntniss der Megalodonten, 46.

Belgique. Bruxelles. Société malacologique de Belgique. Annales de la —, t. IX; 1874 (Pour les articles géologiques contenus dans les *Bulletins* de ce volume, voir t. III, p. 38).

P. Cogels. — Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers lors du creusement des nouveaux bassins, *Mém.*, 7.

G.-F. Matthew. — Note sur les Mollusques de la formation post-pliocène de l'Acadie, 33.

G. Vincent. — Faune laekenienne. Description de trois espèces nouvelles provenant de Wemmel *(Calyptræa sulcata, Voluta rugosa, Littorina lamellosa)*, 51; — Note sur les dépôts paniseliens d'Anderlecht près de Bruxelles, 69.

Rutot. — Note sur la découverte de deux Spongiaires ayant provoqué la formation des grès fistuleux et des tubulations sableuses de l'étage bruxellien des environs de Bruxelles, 55.

— — Procès-verbaux des séances de la —, t. IV; 1875.

Lefèvre. — Sur l'âge de la *Terebratula Ortliebi* et de la *Terebratulina Woodi*, IX; — Sur les couches de Cassel, XI; — Une nouvelle espèce pour la faune laekenienne supérieure, XIII; — Note sur la présence de l'Ergeron fossilifère dans les environs de Bruxelles, XXXVII.

Seghers. — Sur des débris fossiles recueillis dans le sable campinien de Genck, XLI.

Vanden Broeck. — Sur une excursion aux environs d'Anvers, XLII; — Note sur la présence de l'argile de Boom sous les sables du Kiel près d'Anvers, LXXXIX.

Malaise. — Sur quelques fossiles du Diluvium, LXV.

Tournouër. — Sur quelques Brachiopodes nouvellement découverts dans les terrains tertiaires de la France, LXXII.

Canada. Toronto. The Canadian Journal of Science, Literature and History, 2e sér., t. XIV, nos 2-4; 1875.

All. Nicholson. — Summary of recent researches on the Palæontology of the province of Ontario, with Brief descriptions of some new genera, 125.

All. Nicholson et G. Jennings Hinde. — Notes on the Fossils of the Clinton, Niagara and Guelph formations of Ontario, with Descriptions of new species, 137.

All. Nicholson et W.-H. Ellis. — On a remarkable fragment of Silicified wood from the Rocky Mountains, 348.

Espagne. Madrid. Comision del Mapa geologico de España. Boletin de la —, t. II, no 3; 1875.

L.-M. Vidal. — Geologia de la provincia de Lérida, 273.

De Reydellet. — Sistema hullero de Puertollano, 351; — Fosforita de Belmez, 357.

Am. Gil y Maestre. — Depositos de huesos de Castilla la Vieja, y principalmente en la parte llamada Tierra de Campos, 361.

D.-L. de Quintana. — Consideraciones acerca de la Nota del ingeniero de Minas D. A. Gil y Maestre, sobre los depositos de huesos encontrados en Castilla, 369.

Fr. Gascue. — Observaciones sobre una parte del Trias de la provincia de Santander, 377.

— Revista minera, 2e sér., t. II, nos 38-42; 1876.

— Descripcion geognostica de las minas del Horcajo, 37.

États-Unis. Albany. Commissioners of State Parks of the state of New-York. First annual Report of the —; 1874.

— Topographical Survey of the Adirondack Wilderness of New-York. Report on the — for the year 1873, par M. *Verplanck Colvin;* 1874.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings of the —, 2e sér., t. II; 1874-75.

A.-A. Hayes.— On the Wide Diffusion of Vanadium and its association with Phosphorus in many rocks, 294.

J.-P. Cooke.— Melanosiderite: a new mineral species, from Mineral Hill, Delaware County, Pennsylvania, 451.

J.-P. Cooke et F.-A. Gooch. — On two new varieties of Vermiculites, with a Revision of the other members of this group, 453.

— Boston Society of Natural history. Memoirs of the —, t. II, nos 10-13; 1874-75.

N.-S. Shaler. — Preliminary Report on the Recent changes of Level on the Coast of Maine; with reference to their origin and relation to other similar changes, 81; — On the Antiquity of the Caverns and Cavern Life of the Ohio Valley, 355.

— —. Proceedings of the —, t. XVI, 3e et 4e part.; 1874.

T. Sterry Hunt. — Stratification of rock-masses, 237; — The deposition of Clays, 302; — On Dr. Genth's Researches on Corundum and its associated Minerals, 332.

J.-A. Allen.— Metamorphism produced by the burning of Lignite beds in Dakota and Montana territories, 246.

H. Hagen. — On Amber in North America, 296.

S. Kneeland. — On the Geology of the Pacific railroad, 375.

— Id., t. XVII, 1re et 2e part.; 1874.

A. Hyatt. — Genetic relations of the Angulatidæ, 15; — Remarks on two new genera of Ammonites : *Agassiceras* and *Oxynoticeras*, 225; — Abstract of a Memoir on the Biological relations of the jurassic Ammonites, 236.

J.-D. Dana. — Note on Metamorphism and Pseudomorphism, with reference to the statements of Pr. T. Sterry Hunt at the Meeting of this Society of the 4th of march last, 167.

L.-S. Burbank. — Minerals from Athol, Mass., 181.

C. Whittlesey. — Coal seam n° 6, Ohio Geology, 183.

R.-H. Richards. — On a newly-discovered Lead vein in Newburyport, Mass., 200.

R. Rathbun. — Preliminary Report on the cretaceous Lamellibranchs collected in the vicinity of Pernambuco, Brazil, on the Morgan Expedition of 1870, 241.

— Cambridge. Museum of Comparative Zoology, at Harvard college, in —. Annual Report of the Trustees of the —, together with the Report of the Committee on the Museum, for 1874.

— New-Haven. The American Journal of Science and Arts, 3e sér., t. X, n° 60 *bis;* 1875.

J.-D. Dana. — On southern New England during the Melting of the Great Glacier. Supplement : The Overflows of the flooded Connecticut, 497.

— Id., 3e sér., t. XI, nos 61 et 62; 1876.

J.-A. Allen. — Description of some remains of an extinct species of Wolf and an extinct species of Deer from the Lead region of the upper Mississippi, 47.

E.-L. Berthoud. — On rifts of Ice in the rocks near the summit of Mt Mac-Clellan, Colorado, 108.

J.-D. Dana. — Note on the *Chloritic formation* on the western border of the New Haven region, 119.

G.-W. Hawes. — The rocks of the *Chloritic formation* on the western border of the New Haven region, 122.

G.-B. Grinnell et E.-S. Dana. — On a new tertiary lake basin, 126.

E.-S. Dana. — On the optical character of the Chondrodite of the Tilly Foster Mine, Brewster, New York, 139.

Ch.-U. Shepard. — On Hermannolite, a new species of the Columbium group, 140.

O.-C. Marsh. — Principal characters of the Dinocerata, 163.

Philadelphie. American philosophical Society, held at —, for promoting useful Knowledge. Proceedings of the —, t. XIV, n° 94; 1875.

J. Blodget Britton et C.-M. Cresson. — Analyses of Rocky Moutain Coal, 358.

E.-D. Cope. — Synopsis of the Vertebrata of the Miocene of Cumberland county, New Jersey, 361.

P. Frazer. — Origin of the lower silurian Limonites of York and Adams counties, 364; — On the Traps of the mesozoic sandstone in York and Adams counties, Pennsylvania, 402; — Description of some microscopic sections of Trap dykes in the mesozoic Red Sandstone of Pennsylvania and Connecticut, 430.

J.-J. Stevenson. — Notes on the Geology of West Virginia, 370.

— Washington. Geological and geographical Survey of the Territories. Department of the Interior. Bulletin of the U. S. —, 2e sér., nos 2, 3, 5 et 6; 1875-76.

A.-D. Wilson. — Topographical and geological Report of the San Juan country, 145.

L. Lesquereux. — A review of the fossil Flora of North America, 233; — On some new species of fossil Plants of the lignitic formations, 363; — New species of fossil Plants from the cretaceous formations of the Dakota group, 391.

S.-G. Williams. — Notes on the Geology of some localities near Canon City, Fremont County, Colorado, 249.

F.-V. Hayden. — Notes on the lignitic group of Eastern Colorado and Wyoming, 401.

A.-S. Packard. — On the supposed ancient outlet of Great Salt Lake, 413.

F.-B. Meek. — Notice of a very large Goniatite from Eastern Kansas, 445.

S.-H. Scudder. — Fossil Orthoptera from the Rocky Mountain Tertiaries, 447.

— Smithsonian Institution. Annual Report of the Board of Regents of the —, for the year 1874.

Grande-Bretagne. **Dublin. Geological Society of Ireland. Journal of the R. —, 2e sér., t. IV, n° 2; 1874-75.**

G.-H. Kinahan. — The estuary of the river Slaney, County Wexford, 60.

E.-T. Hardman. — On some new Localities for Upper Boulder Clay in Ireland, 73.

Ch.-R.-C. Tichborne. — On the presence and distribution of Fluorine in Calcspars, 82; — Note on the presence of Thallium in an Iron ore from Prussia, 84.

Edw. Hull. — On the microscopic structure of a fragment of *baked* or indurated Slate, from the lower silurian rocks, Claremont Hill, near Dundalk, 85.

J.-E. Reynolds. — On a specimen of mineral Borate from Tarapaca, Peru, 89.

— Londres. Geological Magazine (The), fév. et mars 1876.

O.-C. Marsh. — On the Odontornithes or Birds with teeth, 49.

J.-W. Judd. — Contributions to the study of Volcanos, 2d ser.: The ancient Volcanos of Europe, 53.

A.-E. Nordenskiöld. — Sketch of the Geology of Ice and Bell Sounds, Spitzbergen (suite), 63, 118.

J. Starkie Gardner. — Cretaceous Gasteropoda, 75, 105.

G.-H. Kinahan. — Irish Tide Heights and Raised beaches, 78; — On the classification and nomenclature of Rocks, 114.

H. Hosken. — Remarks about the New Hebrides group, 82.

Th. Wright. — On the Cotyledermidæ, 94.

D. Mackintosh. — Upper Boulder-Clay of the N. W. of England, 95.

Edw. Hull. — The scarle boring, Lincolnshire, 95; — M. Judd and the Glacial erosion of Lakes, 140.

W. Gunn. — Subaerial denudation *versus* Glacial erosion, 97.

T. Rup. Jones. — Note on an Annelid bed in the Gault of Kent, 117.

J.-F. Blake. — Lower silurian Foraminifera, 134.

G.-A. Lebour. — Range of *Saccammina Carteri*, Brady, 135.

A.-C. Ramsay. — The origin of Lake Basins, 136.

J. Geikie. — Origin of Lake Basins, 139.

A.-H. Green. — M. Judd on Glacial erosion and Subaerial denudation, 141.

T.-W. Danby. — Elevation and subsidence of land in Jersey, 143.

G. Greenwood. — Glacial erosion, 144.

— Geological Record (The) for 1874. An account of works on Geology, Mineralogy and Palæontology published during the year; 1875.

— Geological Society. The Quarterly Journal of the —, t. XXXI, part 4; 1875.

R. Mallet. — Some observations on the Rev. O. Fisher's Remarks on M. Mallet's Theory of Volcanic energy, 511.

H.-F. Blanford. — On the age and correlations of the Plant-bearing series of India, and the former existence of an Indo-oceanic continent, 519.

H.-A. Nicholson. — Notes on the Gasteropoda of the Guelph formation of Canada, 543.

H. Hicks. — The physical conditions under which the Cambrian and lower Silurian rocks were probably deposited over the European area, 552.

Owen. — On *Prorastomus sirenoïdes*, Ow. (suite), 559.

J.-Cl. Ward. — On the granitic, granitoïd and associated metamorphic rocks of the Lake-districts, 568.

G.-M. Dawson. — On the superficial Geology of the central region of North America, 603.

L.-C. Miall. — On the structure of the skull of *Rhizodus*, 621.

Cl. Le Neve Foster. — Notes on Haytor Iron-mine, 628.

J. Hopkinson et Ch. Lapworth. — Descriptions of the Graptolites of the Arenig and Llandeilo rocks of St David's, 631.

P.-M. Duncan. — On some fossil Alcyonaria from the Australian tertiary deposits, 673; — *Id.* from the tertiary deposits of New Zealand, 675; — On some fossil Corals from the Tasmanian tertiary deposits, 677.

J.-M. Mello. — On some Bone-caves in Creswell Crags, 679.

G. Busk. — List of the Mammalian remains collected by the Rev. J.-M. Mello in the Rock-fissure cavern in Creswell Crags, Derbyshire, 683.

D. Mackintosh. — On some important facts connected with the Boulders and Drifts of the Eden Valley, and their bearing on the Theory of a Melting Ice-sheet charged troughout with rock-fragments, 692.

— Royal Society of —. Philosophical Transactions of the —, t. CLXIV; 1874.

W.-C. Williamson. — On the organization of the fossil Plants of the Coal-measures. V : *Asterophyllites*, 41; — *Id.* VI : *Ferns*, 675.

W.-H. Flower. — On a newly discovered extinct ungulate Mammal from Patagonia, *Homalodontotherium Cunninghami*, 173.

Owen. — On the fossil Mammals of Australia. VIII : Family Macropodidæ : genera *Macropus*, *Osphranter*, *Phascolagus*, *Sthenurus* and *Protemnodon*, 245; — *Id.* IX : *id.* : genera *Macropus*, *Pachysiagon*, *Leptosiagon*, *Procoptodon* and *Palorchestes*, 783.

— Id., t. CLXV, part I; 1875.

R. Mallet. — Addition to the paper on Volcanic energy : an attempt to develop its true origin and cosmical relations, 205.

A. Günther. — Description of the living and extinct races of gigantic Land-Tortoises. I and II : Introduction, and the Tortoises of the Galapagos islands, 251.

— — Proceedings of the —, t. XXII, n°s 153-155; 1874.

Owen. — Note on the alleged existence of remains of a Lemming in Cave-deposits of England, 364.

A. Günther. — Description of the living and extinct races of gigantic Land-Tortoises. I and II : Introduction, and the Tortoises of the Galapagos islands, 421.

R. Mallet. — On the mechanism of Stromboli, 496.

— Id., t. XXIII; 1874-75.

R. Mallet. — On the origin and mechanism of production of the prismatic (or columnar) structure of Basalt, 180; — Note on the paper on the Mechanism of Stromboli, 444.

Owen. — On the fossil Mammals of Australia. X : Family *Macropodidæ*, 451.

W.-C. Williamson. — On the organization of the fossil Plants of the Coal-measures. VII : *Myelopteris*, *Psaronius* and *Kaloxylon*, 452.

I.-L. Bell. — On some supposed changes Basaltic veins have suffered during their passage through and contact with Stratified rocks, and on the manner in wich these rocks have been affected by the heated Basalt, 543.

Manchester. — Geological Society. Transactions of the —, t. XIV, n° 1; 1875.

Italie. Rome. Bullettino del Vulcanismo italiano. Periodico geologico ed archeologico per l'osservazione e la storia dei Fenomeni endogeni nel suolo d'Italia, par *M. St. de Rossi*, 2e année, nos 9-12; 1875.

— Id., 3e année, nos 1 et 2; 1876.

— Comitato geologico d'Italia. Bolletino del R. —, 1875, nos 9-12.

Seguenza. — Studii stratigrafici sulla Formazione pliocenica dell'Italia meridionale (cont.), 275, 341; — Sulla relazione di un Viaggio geologico in Italia di T. Fuchs. 356.

E. Stoehr. — Notizie preliminari su le Piante ed Insetti fossili della formazione solfifera di Sicilia, 284.

Th. Fuchs et Al. Bittner. — Le formazioni plioceniche di Siracusa e Leutini, 288.

E. von Mojsisovics. — Il territorio di Zoldo e di Agordo nelle Alpi venete, 294.

R. Hörnes. — Ricerche nella valle superiore del Rienz e nei dintorni di Cortina d'Ampezzo, 296; — Rilievi nel territorio di Sexten, nel Cadore e nel Comelico (Alpi venete), 378.

P. Zezi. — I Caolini e le Argille refrattarie in Italia, 299.

B. Gastaldi. — Sui Fossili del calcare dolomitico del Chaberton (Alpi cozie), studiati da G. Michelotti, 346.

A. Manzoni. — Intorno alle ultime pubblicazioni del professor Ponzi sui terreni pliocenici delle colline di Roma, e specialmente intorno ad una così detta Fauna Vaticana, 368.

B. Studer. — I Porfidi del Lago di Lugano, 372.

G. Tschermak. — La formazione delle Meteoriti e il Vulcanismo, 381.

Turin. Accademia delle Scienze di —. Atti della R. —, t. X, nos 1-8; 1874-75.

Spezia. — Nota sopra un Calcifiro della zona delle pietre verdi, 19.

Gastaldi. — Sulla Cossaite varietà sodica di Onkosina, 189; — Sur les Glaciers pliocéniques de M. Desor, 490.

Uruguay. Montevideo. La Democracia, 4e année; nos 1029-1037; 1875.

Cl. Barrial Posada. — Historia geologico-geografica de la Republica oriental del Uruguay, relacionada con la Industria, la Agricultura y la Ganaderia.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

du 6 mars au 1er mai 1876.

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES.

Adams (A. Leith). On a fossil Saurian vertebra *(Arctosaurus Osborni)*, from the Arctic regions, in-8°, 3 p.; Dublin, 1875.

Calderon (Salv.). Reseña de las Rocas de la isla volcanica Gran Canaria, in-8°, 33 p.; Madrid, 1876.

Dupont (Ed.). Notice sur la vie et les travaux de J.-B.-J. d'Omalius d'Halloy, in-12, 120 p., 1 pl.; Bruxelles, 1876.

Evans (J.). Address delivered at the Anniversary meeting of the Geological Society of London, on the 18th of February, 1876; prefaced by the announcement of the award of the Wollaston medal, the proceeds of the Donation-fund, the Murchison medal and geological fund, and the Lyell medal and fund for the same year, in-8°, 75 p.; Londres, 1876.

Favre (Ern.). Revue géologique suisse pour l'année 1875, VI, 56 p.; Genève, Bâle et Lyon, 1876, chez Georg.

Garrigou. Les Glaciers anciens et récents des Pyrénées, in-8°, 39 p.; Toulouse, 1876.

Girard (J.). Les soulèvements et dépressions du sol sur les côtes, in-8°, 100 p.; Paris, 1876, chez F. Savy.

Gosselet. Le terrain dévonien des environs de Stolberg (Prusse), in-8°, 9 p.; Lille, 1875.

— Le calcaire de Givet (1re et 2e parties), in-8°, 40 p.; Lille, 1876.

Green (A.-H.). Geology for Students and General Readers, part I: Physical Geology, in-8°, 580 p.; Londres, 1876, chez Daldy, Isbister et Cie.

Gümbel. Ueber die Beschaffenheit des Steinmeteoriten vom Fall am 12 Februar 1875 in der Grafschaft Iowa N.-A., in-8°, 18 p., 1 pl.; Munich, 1875.

Hayden. Summary of the field work of the — Geological Survey during the season of 1875; in-8°, 12 p.; Washington, 1876.

Hébert. Plissements de la Craie dans le Nord de la France; *Id.*, 2e partie : Disposition générale des plis ; origine de ces accidents, in-4°, 8 p., 2 pl.; Paris, 1875-76.

Labat (A.). La grotte de Monsummano (Toscane), in-8°, 12 p.; Paris, 1876.

— Étude sur la station et les eaux de Montecatini, Italie (Toscane), in-8°, 24 p.; Paris, 1876.

Lartet (Ed.) et H. Christy. *Reliquiæ aquitanicæ;* being Contributions to the Archæology and Palæontology of Périgord and the adjoining provinces of Southern France, edited by Th.-R. Jones, part XVII, in-4°, p. 257-302, 189-204 et VII-XXIV; Londres, 1875, chez Williams et Norgate; Paris, chez J.-B. Baillière et fils; Leipzig, chez F.-A. Brockhaus *(Les héritiers de M. Lartet)*.

Limur (de). Description du massif breton, in-8°, 24 p.; Saint-Brieuc,...

Malaise. Sur la découverte du *Dictyonema sociale*, Salt., de la faune primordiale, dans le massif de Rocroy, in-8°, 2 p.; Bruxelles, 1874.

— Rapport sur un Mémoire envoyé en réponse à la question suivante : *Faire connaître, notamment au point de vue de leur composition, les roches plutoniennes, ou considérées comme telles, de la Belgique et de l'Ardenne française*, in-8°, 10 p.; Bruxelles, 1874.

— Excursion géologique et botanique de la Société R. linnéenne dans la vallée de l'Orneau, de Gembloux à Mielmont (Onoz) et de Mielmont à Bovesse, le 7 juin 1874, in-8°, 12 p.; Bruxelles, 1875.

Mourlon (Michel). Sur les dépôts dévoniens rapportés par Dumont à l'étage quartzo-schisteux inférieur de son système eifelien, avec quelques observations sur les affleurements quartzo-schisteux de Wiheries et de Montignies-sur-Roc, in-8°, 24 p.; Bruxelles, 1876.

Munier-Chalmas. Mollusques nouveaux des terrains paléozoïques des environs de Rennes, in-8°, 6 p.; Paris, 1876.

Nehring. Die geologischen Anschauungen des Philosophen Seneca, 2e partie, in-4°, 26 p.; Wolfenbüttel, 1876.

— Beiträge zur Kenntniss der Diluvialfauna, in-8°, 68 p., 1 pl.;..., 1876.

— Fossile Lemminge und Arvicolen aus dem Diluviallehm von Thiede bei Wolfenbüttel, in-8°, 28 p., 1 pl.; ..., 1875.

Piette (Éd.). Note sur les Coquilles ailées des mers jurassiques, in-8°, 7 p.; Laon, 1876.

Powell (J.-W.). Exploration of the Colorado river of the West and its tributaries, explored in 1869, 1870, 1871 and 1872, under the

direction of the Secretary of the Smithsonian Institution, i
2 cartes, 80 pl.; Washington, 1875.

Rey-Lescure. Esquisse agro-géologique, hydrologique,
et itinéraire du département de Tarn-et-Garonne, gr. i
2 pl.; Paris, 1874-75, chez F. Savy.

— Distribution d'eau de la ville de Montauban, in-8°,
louse, 1875.

— Note sur les Phosphatières de Tarn-et-Garonne et
géologie des environs de Montauban; Notice explicative
agro-géologique et hydrologique de Tarn-et-Garonne, gr.
Paris, 1875.

Rouby (Ed.). La Cartographie au Dépôt de la Guerre.
rique et descriptive sur les publications du Dépôt de la G
86 p.; Paris, 1876, chez J. Dumaine.

Rumford (Count). The complete works of —, t. IV, i
17 pl.; Boston, 1875 *(American Academy of Arts and Sci*

Saporta (Comte G. de). Paléontologie française : 2e série
Terrain jurassique, 20e livr. : *Conifères ou Acicularіées,*
pl. 1-8; avril 1876; Paris, chez G. Masson *(Comité de*
logie française).

— et *A.-F. Marion.* Recherches sur les Végétaux foss
mieux, précédées d'une Introduction stratigraphique
Falsan, gr. in-4°, 222 p., 18 pl., 1 tabl.; Lyon, Genève
chez H. Georg.

Tromelin (G. de) et *P. Lebesconte.* Note sur quelques
grès siluriens de Saint-Germain-sur-Ille, La Bouexière, Ch
(Ille-et-Vilaine), in-8°, 8 p.; Quimper, 1875.

Vaillant (Léon). Études zoologiques sur les Crocodilien
tiaires de Saint-Gérand-le-Puy, gr. in-8°, 58 p., 5 pl.; Pa
G. Masson.

— Remarques sur les Lézards de l'Ambre et Descriptio
tien de la résine copale *(Hemidactylus Capensis,* Smith), g
1 pl.; Paris, 1872, chez G. Masson.

Vulpian (P.). Excursions de la Société géologique de F
Suisse, la Savoie et la Haute-Savoie. Réunion extraordi
Lettres à un ami, in-8°, 108 p.; Paris, 1876, chez Ge
et Cie.

Winchell (Al.). Rectification of the Geological map
embracing Observations on the Drift of the state, in-8°,
1875.

— Supposed agency of Ice-Floes in the Champlain
1 p.;...

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l' —, t. LXXXII, nos 9 à 17 ; 1876.

Ch. Brongniart. — Note sur un nouveau genre d'Entomostracé fossile, provenant du terrain carbonifère de Saint-Etienne *(Palæocypris Edwardsii)*, 518.

Ch. Vélain. — Sur l'éboulement du Grand-Sable à Salazie, 618.

Gorceix. — Sur la *Canga* du Brésil et sur le bassin d'eau douce de Fonseca, 631 ; — Sur une roche intercalée dans les gneiss de la Mantiqueire (Brésil), 688.

L. Gruner. — Sur les causes qui ont amené le retrait des Glaciers dans les Alpes, 632.

Daubrée. — Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations des fossiles, corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques de ces expériences, 710, 798 ; — Expériences faites pour expliquer les alvéoles de forme arrondie que présente très-fréquemment la surface des Météorites, 949.

Sirodot. — Les Éléphants du mont Dol ; essai d'organogénie du système des dents mâchelières du Mammouth, 734, 822, 902.

Vinson. — Sur la catastrophe du Grand-Sable (district de Salazie), île de la Réunion, 825.

Cassien. — Sur l'éboulement du Grand-Sable à Salazie (île de la Réunion), 838.

Éd. Jannettaz. — Note sur les anneaux colorés produits par pression dans le Gypse, et sur leurs connexions avec leurs coefficients d'élasticité, 839.

Des Cloizeaux. — Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques, et la composition chimique du *Microcline*, nouvelle espèce de feldspath triclinique à base de potasse, 885.

Hébert. — Plissements de la Craie dans le Nord de la France. 3e partie : Age des plis, 919.

Domeyko. — Daubréite (oxychlorure de bismuth), espèce minérale nouvelle, 922.

P. Fliche. — Faune et Flore des tourbières de la Champagne, 979.

B. Renault. — Sur la fructification de quelques végétaux silicifiés, provenant des gisements d'Autun et de Saint-Etienne, 992.

F. Voulot. — Note géologique et anthropologique sur le mont Vaudois et la caverne de Cravanche, 1000.

— Annales des Mines, 7e sér., t. VIII, 5e et 6e livr.; 1875.

Potier. — Exposé des travaux de M. Élie de Beaumont, 259.

Michel Lévy. — Mémoire sur les divers modes de structure des Roches éruptives étudiées au microscope au moyen de plaques minces, 337.

Daubrée. — Formation contemporaine de diverses espèces minérales cristallisées dans la source thermale de Bourbonne-les-Bains, 439.

Delesse et de Lapparent. — Extraits de Géologie pour les années 1874 et 1875, 507.

— Journal des Savants, fév. et mars 1876.

— Revue scientifique de la France et de l'Étranger, 2e sér., 5e année, nos 37 à 44 ; 1876.

E. Oustalet. — Murchison, sa vie et ses œuvres, d'après A. Geikie, 246.

Chantre et Lortet. — La faune et le climat du bassin du Rhône pendant l'époque quaternaire, 361.

Douvillé. — Les études lithologiques en France, 377.

— Société centrale d'Agriculture de France. Bulletin de la —, t. XXXV, nº 10; 1875.

— Id., t. XXXVI, nos 1 et 2; 1876.

— Société d'Anthropologie de —. Bulletin de la —, 2 nº 6; 1875.

Dupont. — Théorie des âges de la pierre en Belgique, 728.

De Mortillet, Bertillon, Broca, Garrigou, Reboux. — Observation M. Dupont, 749.

Hamy. — Détermination ethnique et mensuration des crânes r Sordes, 813.

De Mortillet. — La grotte de l'Herm, par M. Noulet, 818.

De Quatrefages et Hamy. — Races humaines fossiles mésaticéphal phales, 819.

— Id., 2e sér., t. XI, nº 1; 1876.

Lepic. — Sur la caverne de Néron, 48; — Sur le plateau de Soyon grotte de Savigny, 62.

Pommerol. — L'époque du Renne dans la Limagne d'Auvergne, 2

Maillard. — Sur une station préhistorique de Thorigné-en-Charni

— Société botanique de France. Bulletin de la —, t. X bliogr., E; 1875.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, 6e sér., t mars 1876.

Amiens. Société linnéenne du Nord de la France. Bulle nos 45 et 46; 1876.

De Mercey. — Géologie résumée des cantons d'Amiens (suite), 30,

Auxerre. Société des Sciences historiques et naturelles Bulletin de la —, 2e sér., t. IX, 2e semestre, 1875.

G. Cotteau. — La Société géologique de France à Chambéry, à Ge monix; la Société Helvétique à Andermatt (session de 1875), 137.

Épinal. Société d'Émulation du département des Vosge la —, t. XV, 1er cahier; 1875.

Le Havre. Société géologique de Normandie. Bulletin c nº 2; 1875.

Brylinski. — Rapport sur les Phosphates de chaux de la Carolin l'emploi comme engrais des Phosphates en général, 1.

Bucaille. — Coupe du bassin des docks du Havre, 77.

G. Lionnet. — Coupe et notes diverses pouvant servir à l'histoi sol et des rivages du Havre, particulièrement de la Floride, 81.

Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale. Bull 2e sér., t. V, 2e livr.; 1876.

Fr. Laur. — Les Calamines. Étude sur les minerais oxydés du zi

Toulouse. Matériaux pour l'histoire primitive et l'Homme, par M. *Ém. Cartailhac*, 2e sér., t. VII, livr. 2

J. Mestorf. — La caverne ossifère dite Kesslerloch, à Thayngen, près Schaffhouse, 97.

De Mortillet. — Superposition du Solutréen au Moustiérien, à Thorigné (Mayenne), 164.

— Société d'Histoire naturelle de —. Bulletin de la —, t. IX, nº 4; 1875.

Gourdon. — Excursion dans la vallée de l'Ariége et dans le canton de Quérigut, 285.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, t. XXVIII, nº 12; 1875.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. Pr. —, déc. 1875.

— Id., janv. 1876.

Rammelsberg. — Ueber die Zusammensetzung des Leukophans und des Melinophans, 22.

Bonn. Naturhistorischen Vereines der Preussischen Rheinlande und Westfalens. Verhandlungen des —, 4e sér., t. I, 2e partie; 1874.

Verhandlungen. Cl. Schlüter. — Der Emscher-Mergel. Vorläufige Mittheilung über ein zwischen Cuvieri-Pläner und Quadraten-Kreide lagerndes mächtiges Gebirgsglied, 89.

H. von Dechen. — Ueber die Konglomerate von Fépin und von Burnot in der Umgebung des Silur von Hohen Venn, 99; — Ueber die Ziele welche die Geologie gegenwärtig verfolgt, 159.

Sitzungsberichte. Ueber den Ursprung der Steinkohlen, 65; — Ueber einen fossilen jungen Hyänenschädel aus einer Kalkspalte bei Attendorn, 113; — Ueber *Spirifer macropterus* aus Neu-Süd-Wäles, 133.

Von Dechen. — Ueber einen fossilen Krebs (*Cœloma taunicum*, H. v. M.), 79; — Ueber das Eisenstein-und Eisenkiesvorkommen auf der Zeche Schwelm, 108.

Gurlt. — Ueber die Entdeckung neuer Knochenhöhlen in Herefordshire, 79; — Ueber *The Great Ice Age* by J. Geikie, 96; — Ueber die Geologie des nördlichen Finnlande, 114; — Ueber die Entstehungsweise der Fjorde, 143; — Ueber den Zusammenhang zwischen Quarzporphyr und jüngeren Granit und den durch letzteren bewirkten Metamorphismus der Silurschichten im südlichen Norwegen, 228.

Vom Rath. — Ueber erratische Granite und Gneisse aus der Gegend von Königsberg in Pr., 100; — Ueber ein von Hrn Des Cloizeaux entdecktes Vorkommen von Hypersthen, Zirkon, Sanidin und Tridymit in einem Trachyt der Auvergne, 102; — Ueber den Foresit aus den Granitgängen der Insel Elba, 105; — Mittheilungen aus einem Briefe des Dr. Reise in Breteff des Vulcans Sangay in Ecuador, 116; — Ueber ein Fragment des Meteoriten von Orvinio (Umbrien), 118; — Ueber die Sphærulithlava des Antisana, 119; — Ueber ein Quartzstufe von Schneeberg in Sachsen, 160. — Ueber einige Punkte der Mineralogie des Monzoni-Bergs in Tyrol, 161; — Ueber norwegische Gesteine und Mineralien, 170; — Ueber Schichtenproben und Petrefacten der Bernsteingrube Palmnicken, 171; — Ueber 4 Auswürflinge der Vesuv-Eruption von 1872, 172; — Ueber einen Quartz-Zwilling aus Japan, 173; — Ueber einige vulkanische Gesteine der Anden, 173; — Schilderung des Antisana, 174.

Von Lasaulx. — Ueber die Krystallform des Natriumiridiumsesquichlorürs und

Natriumrhodiumsesquichlorürs, 128; — Ueber ein neues fossiles Harz aus der Umgebung Siegburgs, 166; — Ueber eine neue Form des Flussspaths von Striegau, 225; — Ueber ein interessantes Hyalithvorkommen bei Striegau, 226; — Ueber einige ausgezeichnete Stücke von hellem Glimmer, 227; — Ueber ein neues Vorkommen von Alunit zu Breuil in der Auvergne, 246; — Ueber Eisenglanz aus dem Domit von Puy-de-Dôme, 254; — Ueber Renard's Untersuchung bezüglich der fortwährenden Bewegung vieler Flüssigkeitseinschlüsse in Gesteinen, 254.

Mohr. — Ueber die Entstehung der Trachyte aus Basalt, 139; — Ueber die Ursachen der Erdwärme, 266.

Schlüter. — Ueber das Vorkommen von unterem Lias an der preussisch-holländischen Grenze, 229; — Tertiäre Schichten über der westfälischen Steinkohlenformation, 230; — Ueber Glauconitlager im Diluvium, 231; — Ueber das Vorkommen von *Belemnitella mucronata* in der Quadratenkreide von Osterfeld und des *Pygurus rostratus* im Senon-Quader von Blankenburg, 257; — Ueber Belemniten von Arnager auf Bornholm, 259; — Ueber *Ammonites Lüneburgensis*, Schlüter, in der Schreibkreide Dänemarks, 259; — Ueber grosse Ancyloceren aus der Mucronaten-Kreide, 260.

Correspondenzblatt. Von Lasaulx. — Ueber seine an dem Erdbeben von Herzogenrath vom 22 Oct. 1873 angestellten Untersuchungen, 63.

Von der Marck. — Ueber die Analyse eines angeblichen Fulgurits, 70; — Ueber das Strontianitvorkommen in Westfalen. 99.

Von Kœnen. — Ueber die geologischen Verhältnisse der Gegend von Wabern-Homberg-Borken zwischen Cassel and Marburg, 71.

Hundt. — Ueber fossile Knochen und deren Vorkommen in den Höhlen der Kalke des Biggethales, 76.

Goldenberg. — Fossile Thierreste aus dem Steinkohlengebirge Saarbrückens, 78.

Lasard. — Ueber Phosphoritlager in Süd-Carolina, 79.

Vom Rath. — Ueber einen grossen Kalkspathkrystall aus dem Ahrenthal, 90; — Ueber einen merkwürdigen Basaltgang im Granit bei Auerbach im sächsischen Voigtlande, 91.

Fabricius. — Ueber ein Zinnobervorkommen in der Nähe von Dillenburg, 91.

Koch. — Ueber die krystallinischen, metamorphischen und devonischen Schichten des Taunus-Gebirges, 92.

Volger. — Ueber das Strontianitvorkommen in Westfalen, 98.

Andrä. — Ueber die Verbreitung von *Elephas primigenius* in Rheinland-Westfalen, 101.

— Id., 4e sér., t. II, 1re partie ; 1875.

Verhandlungen. R. Mallet. — Ueber vulkanische Kraft : ein Versuch ihre wirkliche Ursache und ihre kosmichen Beziehungen zu entwickeln, 125.

Sitzungsberichte. Andrä. — Ueber einen Paraffin enthaltenden fossilen Brennstoff von Hartley in Neu-Süd-Wales, 5.

Von Dechen. — Das von R. von Hauer herausgegebene Werk : Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Œsterreich-Ungarischen Monarchie, 20; — Das 3. Heft des 1. Bandes der Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und dem Thüringischen Staaten, 80.

Schlüter. — Ueber die Gattung *Turrilites* und die Verbreitung ihrer Arten in der mittleren Kreide Deutschlands, 27; — *Baculites Knorrianus* mit beiden Aptychen-Schalen, 31.

Vom Rath. — Geschenke welche der mineralogischen Abtheilung des naturhistorischen Museums gemacht wurden, 39; — Eine Krystallfigurentafel mit den Gestal-

ten der Kalkspathe von Ahren, 40 ; — Quarzführender Dioritporphyr von Quenast. 57 ; — Zwei merkwürdige Diamantkrystalle, 57 ; — Ueber die neueste Untersuchung von Des Cloizeaux, die optischen Eigenschaften der triklinen Feldspathe betreffend. 58 ; — Ueber seine Untersuchung des Plagioklas in Trachyt der Perlenhardt, 58. — Ueber den Monzoni im südöstlichen Tyrol, 85.

Von Lasaulx. — Ueber Krystalle des Granats von Geyer im sächsischen Erzgebirge, 42.

Gurlt. — Ueber ein neues Steinsalz-Vorkommen bei Hänigsen (Hannover), 76.

Correspondenzblatt. F. Winter. — Einige Notizen zur Analyse der Mineralquelle bei Gerolstein in der Eifel, 40.

Dresde. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft *Isis* in —. Sitzungs-Berichte der —, 1875, nos 7-12.

Ackermann. — Die Kupfer führenden Schichten am Lake Superior, 101.

Gotha. Mittheilungen aus *Justus Perthes'* geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, von Dr. A. Petermann, t. XXII, nos 2 et 3; 1876.

H. Habenicht. — Die Verbreitung der sedimentären Gesteine in Europa, 81.

Stuttgart. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, 1875, no 9.

F. W. Noak. — Ueber die Bildung der Continente, 897.

Ad. Pichler. — Beiträge zur Geognosie Tirols, 926.

Sohncke. — Ueber Aetzfiguren an Steinsalzwürfeln und über die von F. Exner angewandte Methode zur Erzeugung von Lösungsfiguren, 938.

A. Knop. — Ueber die hydrographischen Beziehungen zwischen der Donau und der Aachquelle im Badischen Oberlande, 942.

Briefwechsel : A. Stelzner, 959; J. Marcou, 960.

— Id., 1876, no 1.

H. Baumhauer. — Die Aetzfiguren am Lithionglimmer, Turmalin, Topas und Kieselzinkerz, 1.

H. Credner. — Ueber Lössablagerungen an der Zschopau und Freiberger Mulde. nebst einigen Bemerkungen über die Gliederung des Quartär im südlichen Hügellande Sachsens, 9; — Septarienthon mit *Leda Deshayesiana* bei Leipzig, 45.

Fr. Scharff. — Ueber die Selbsthätigkeit in ihrer Ausbildung gestörter, sowie im Berge zerbrochener und wieder ergänzter Krystalle, 24.

F. Rœmer. — Ueber ein Vorkommen von Blitzröhren oder Fulguriten bei Starczynow unweit Olkusz im Königreich Polen, 33.

C. W. Gümbel. — Variolit von Berneck im Fichtelgebirge, 42.

Briefwechsel : A. Kenngott, 41; J. D. Dana, 43; F. Sandberger, 43; Fr. Toula, 44.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société industrielle de —. Bulletin de la —, t. XLVI, janv.-mars; 1876.

Autriche-Hongrie. Vienne. Geologischen Reichsanstalt. Abhandlungen der K. K. —, t. VI, no 2; 1875.

Edm. Mojsisovics von Mojsvar. — Das Gebirge um Hallstatt : eine geologisch-paläontologische Studie aus den Alpen, I Theil. Die Mollusken-Faunen der Zlambach-und Hallstätter Schichten, II Heft.

— Id., t. VII, n° 3; 1875.

Neumayr et C.-M. Paul. — Die Congerien-und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen : ein Beitrag zur Descendenz-Theorie.

— — Jahrbuch der K. K. —, t. XXV, nos 2 à 4; 1875.

E. Tietze. — Ueber Quellen und Quellenbildungen am Demavend und dessen Umgebung, 129.

C. von Hauer. — Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der K. K. g. R., 141.

C. Dœlter. — Der geologische Bau, die Gesteine und Mineral-Fundstätten des Monzonigebirges in Tirol, 207.

G. A. Koch. — Geologische Mittheilungen aus der Oetzthaler Gruppe, 247.

Woldrich. — Hercynische Gneissformation bei Gross-Zdikau im Böhmerwald, 259.

C. Dœlter et R. Hœrnes. — Chemisch-genetische Betrachtungen über Dolomit, 293.

R. Hœrnes. — Die Fauna des Schliers von Ottnang, 333.

F. Herbich et M. Neumayr. — Beiträge zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen, 401.

Mineralogische Mittheilungen : E. Kalkowsky. — Ueber den Salit als Gesteinsgemengtheil, 45.

Neminar. — Ueber die chemische Zusammensetzung des Mejonits, 51 ; — Ueber die Entstehungsweise der Zellenkalke und verwandter Gebilde, 251.

C. W. C. Fuchs. — Bericht über die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1874, 57.

L. Sipöcz. — Ueber den Lievrit, 71.

Fr. Babanek. — Zur Charakteristik einiger auf den Pribamer Erzgängen vorkommenden Mineralien, 75.

J. Niedzwiedzki. — Ueber Gesteine von der Insel Samothrake, 89.

H. Laspeyres. — Krystallographische Bemerkungen zum Gyps, 113.

G. Tschermak. — Felsarten aus dem Kaukasus, 131.

Ar. Brezina. — Das Wesen der Isomorphie und die Feldspathfrage, 137.

F. A. Anger. — Mikroskopische Studien über klastiche Gesteine, 153.

C. Dœlter. — Beiträge zur Mineralogie des Fassa-und Fleimserthales, I, 175; — Ueber die mineralogische Zusammensetzung der Melaphyre und Augitporphyre Südost-Tirols, 289.

Br. Weigand. — Die Serpentine der Vogesen, 183.

E. Ludwig. — Ueber den Pyrosmalith, 211.

R. von Drasche. — Eine Besteigung des Vulkans von Bourbon, nebst einigen vorläufigen Bemerkungen über die Geologie dieser Insel, 217.

J. Hirschwald. — Zur Kritik des Leucitsystems, 227.

A. Schlönbach. — Die Erbohrung von Kalisalzen bei Davenstedt, 283.

Notizen : Ein neuer Fundort von Pharmakosiderit, 109 ; — Hyalith, 109 ; — Serpentin von New-Jersey, 110 ; — Minerale aus dem nordwestlichen Theile Schlesiens, 110; — Feldspathführender Kalkstein von Sauerbrunngraben bei Stainz, 207 ; — Minerale aus dem süd-östlichen Theile Schlesiens, 207; — Ein neuer Fundort von Beryll, 208; — Apatit von Unter-Sulzbach, 208 ; — Meteorit von Iowa, 209 ; — Anhydrit vom Semmering, 309 ; — Das Krystallsystem des Muscovits, 309 ; — Salze von Königsberg in Ungarn, 310.

— — Verhandlungen der K. K. —, 1876, nos 4 à 6.

E. Hussak. — Eruptivgesteine von Krzeszowice, 73.

R. Hœrnes. — Zur Bildung des Dolomites, 76 ; — Vorlage der im Sommer 1875

aufgenommenen Karten, 80; — Anthracotherienreste von Zovencedo bei Grancona im Vicentinischen, 105; — Die Formengruppe des *Buccinum duplicatum*, Sow., 116; — Petrefacte des obersten Jura (Tithon-und Acanthicus-Schichten) vom Monte Lavarelle bei S.-Cassian in Süd-Tirol, 129.

E. Sacher. — Das Erstarren geschmolzener Kugeln, 80.

G. A. Koch. — Zur Geologie des Arlberges, 84.

F. Gröger. — Das Antimonvorkommen im Districte Sarawak auf Borneo, 87.

R. von Drasche. — Ausflüge in die Vulkangebiete der Umgegend von Manila, 89.

K. F. Peters. — Fels oder Nicht-Fels ?, 93.

A. H. Nathorst. — Ueber einige fossile Pflanzen von Pälsjö in Schonen, 95.

O. Heer. — Ueber die Jura-Flora Sibiriens und des Amurlandes, 101.

A. Rücker. — Ueber die Gliederung der Kohlenablagerungen von Ajka, 101.

F. Posepny. — Ueber die geologischen Aufschlüsse an der Saline zu Bex in der Schweiz, 102.

C. von Hauer. — Alcarazzathon von Kum in Persien, 113.

K. John. — Analyse eines alkalischen Natronsäuerlings von Locendol bei Rohitsch, 114.

G. Stache. — Die quartären Binnenablagerungen des Küstenstriches der kleinen Syrte zwischen Gabes und dem Uëd Akerit, 121; — Geologische Notizen über die Insel Pelagosa, 123.

M. Vacek. — Ein neuer Fundort von Gault-Petrefacten in Vorarlberg, 127.

H. Wolf. — Die Rutschung am Kahlenberg-Gehänge, längs der Donau, 131.

Espagne. Madrid. Revista minera, série B, t. II, nos 43, 44, 46 à 48; 1876.

A. Massart. — Descripcion de los Criaderos metaliferos del distrito de Cartagena, 46, 53, 61, 77.

— Minerales de Estano en los terrenos secundarios, 87.

— Revista de los progressos de las Ciencias exactas, fisicas y naturales, t. XX, nos 1 et 2; 1876.

États-Unis. New-Haven. The American Journal of Science and Arts, 3e sér., t. XI, nos 63 et 64; 1876.

E. Billings. — On the structure of *Obolella chromatica*, 176.

J. D. Dana. — On the Damming of Streams by drift ice during the melting of the great Glacier, 178.

Ch. M. Vallace. — On Flint-implements from the Stratified Drift of the vicinity of Richmond, Virginia, 195.

S. T. Barrett. — Description of a new Trilobite, *Dalmanites dentata*, 200.

E. S. Dana. — Mineralogical Notes : II. On the Samarskite of Mitchell county, North Carolina, 201.

T. B. Brooks. — On the youngest Huronian Rocks south of Lake Superior and the age of the Copper-bearing series, 206.

O. C. Marsh. — Principal characters of the *Tillodontia*, 249; — Principal characters of the *Brontotheridæ*, 335.

A. W. Wright. — On the gases contained in meteorites, 253.

E. H. Williams. — On crystals of Tourmaline with enveloped Orthoclase, 273.

W. M. Fontaine. — The Conglomerate Series of West Virginia, 276.

Washington. Department of the Interior. Geological and geogra-

phical Survey of the Territories. Bulletin of the U. S. · 1876.

S. H. Scudder. — Fossil Coleoptera from the Rocky Mountains

Grande-Bretagne. Dublin. Royal — Society. The Jo t. VII, nº 44 ; 1875.

Edimbourg. Royal Society of —. Proceedings of t nos 90-92 ; 1874-75.

D. Stevenson. — Notice of Striated Rock Surfaces on North Ber

All. Nicholson. — On the mode of Growth and Increase amongst Palæozoic Period, 498.

J. Davidson. — Analysis of Titaniferous Iron Sand from North Be

Traquair. — On some Permian Fishes, hitherto erroneously ref *Palæoniscus*, 525.

D. M. Home. — On High Flood Marks on the Banks of the River of its tributaries, and on Drift Deposits in Tweed Valley, 559.

— — Transactions of the —, t. XXVII, 3e partie ; 187

All. Nicholson. — On the mode of Growth and Increase amon the Palæozoic Period, 237.

Londres. Geological Magazine (The), 2e sér., 2e déc 1876.

G. Linnarsson. — A Comparison between the Oldest Fossiliferou thern Europe, 145.

R. Etheridge jun. — Notes on Carboniferous Mollusca, 150.

H. Hicks. — Some Considerations on the Probable Conditions Palæozoic Rocks were deposited over the Northern Hemisphere, 1

J. St. Gardner. — On Cretaceous Gasteropoda (scalariform shells

J. W. Judd. — On the origin of Lakes, 187.

T. V. Holmes. — Glacial erosion, 189.

F. G. H. Price. — Note on an Annelid bed in the Gault of Kent, 1

— Geological Society. The quarterly Journal of the nº 1 ; 1876.

J. C. Ward. — On the Granitic, Granitoid and associated Metam the Lake-district, III-V, 1.

W. Keeping. — Notes on the palæozoic Echini, 35.

Owen. — On a new modification of Dinosaurian Vertebræ, 43.

H. Woodward. — On some new Macrurous Crustacea from the of the Sub-Wealden Boring, Sussex, and from Boulogne-sur-Mer, fossil Crab from the Tertiary of New Zealand, collected by Dr. Hec discovery of a fossil Scorpion in the british Coal-measures, 57 ; — fossil Orthopterous Insect from the Coal-measures of Scotland, 60.

Hector. — On the Geology of New Zealand, 53.

J. W. Dawson. — Notes on the occurence of *Eozoon canade* Pierre, 66.

T. G. B. Lloyd. — Geological notes from the state of New York

T. Belt. — The Drift of Devon and Cornwall, its origin, correlation with that of the South-east of England, and place in the Glacial Series, 80.

C. Mackintosh. — On the correlation of the Deposits in Cefn and Pont-newydd caves with the Drifts of the North-west of England and Wales, 91.

Manchester. — Geological Society. Transactions of the —, t. XIV, n° 2 ; 1875-76.

Dickinson. — *Stigmaria ficoïdes* in the Coal of Leinster, Ireland, 27.

B. Dawkins. — Age of the New South Wales coal beds, 28.

Aitken. — On Drift Deposits on the Western Pennine Slopes of the upper drainage of the Rivers Calder and Irwell, with suggestions as to the cause of the partial absence of drifts on the Eastern Slopes, 51.

Plant. — A submerged Forest near Holmfirth, 71 ; — Vivianite from Peat, 78.

Russie. Moscou. Société I. des Naturalistes de —. Bulletin de la —, 1875, nos 2 et 4.

R. Hermann. — Untersuchungen über die Zusammensetzung von Shepards Hermannolith, 179.

Suisse. Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Verhandlungen der — in Andermatt, 58 Jahresversammlung. Jahresbericht 1874-1875 ; 1876.

Fr. Kaufmann. — Eröffnungsrede, 1.

— Mineralogische und geologische Section, 49.

Stapff. — Beobachtungen über die Gesteins-, Wasser-und Temperatur-Verhältnisse des Gotthardtunnels in den Jahren 1872-75, 129.

— Schweizerischen palæontologischen Gesellschaft. Abhandlungen der —, t. II ; 1875.

C. Mœsch. — Monographie der Pholadomyen, II Theil, n° 1.

E. Favre. — Description des Fossiles du terrain jurassique de la montagne des Voirons (Savoie), n° 2.

L. Rütimeyer. — Weitere Beiträge zur Beurtheilung der Pferde der Quaternär-Epoche, n° 3.

Is. Bachmann. — Beschreibung eines Unterkiefers von *Dinotherium bavaricum*, n° 4.

P. de Loriol. — Description des Échinides tertiaires de la Suisse, 1re partie, n° 5.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences naturelles. Bulletin de la —, 2e sér., t. XIV, n° 75.

A. Klunge et M. de Tribolet. — Études géologiques et chimiques sur quelques gisements de calcaires hydrauliques de l'Oxfordien et de l'Astartien du Jura neuchatelois et vaudois, 65.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

du 1er mai au 26 juin 1876.

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES.

(Les noms des donateurs sont en italique.)

Barbot de Marny. Die Fortschritte der geologischen Beschreibung Russlands in den Jahren 1873 und 1874, in-8°, 67 p.; ....

Belgrand et Lemoine. Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Seine. Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1874, gr. in-8°, 64 p., avec 8 pl. in-fol.; Paris, 1875 *(Ministère des Travaux publics).*

Biard. Les voyages d'études autour du Monde, in-8°, 19 p., 1 pl.; Paris, 1876.

Bretschneider. Die Pekinger Ebene und das benachbarte Gebirgsland, in-4°, 42 p., 1 pl.; Gotha, 1876, chez *J. Perthes.*

Brongniart. Discours prononcés le 21 février 1876 sur la tombe de M. Adolphe —, in-4°, 31 p.; Paris, 1876 *(M. Ch. Brongniart).*

Daubrée. Expériences faites pour expliquer les alvéoles de forme arrondie que présente très-fréquemment la surface des météorites, in-4°, 7 p.; Paris, 1876.

— Formation contemporaine de diverses espèces minérales cristallisées dans la source thermale de Bourbonne-les-Bains, in-8°, 48 p., 1 pl.; Paris, 1876.

Delesse et *de Lapparent.* Extraits de Géologie pour les années 1874 et 1875, in-8°, 208 p.; Paris, 1876.

Delgado. Terrenos paleozoicos de Portugal. Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alemtejo, in-4°, 40 p., 4 pl.; Lisbonne, 1876.

Dollfus (G.). Note sur des empreintes attribuables à une Actinie

(? Palæactis vetula) dans les schistes cambriens des Moitiers d'Allonne, in-8°, 10 p., 1 pl.; Cherbourg, 1875.

Dœlter. Die Bestimmung der petrographisch wichtigeren Mineralien durch das Mikroskop, in-8°, 36 p.; Vienne, 1876.

Gaudry (Alb.). Matériaux pour l'Histoire des temps quaternaires, 1er fascicule: Fossiles quaternaires de la Mayenne, in-4°, 62 p., 11 pl.; Paris, 1876, chez F. Savy.

Geyler. Ueber fossile Pflanzen aus den obertertiären Ablagerungen Sicilien's, in-4°, 12 p., 2 pl.; Cassel, 1876, chez Th. Fischer.

Labat. Étude sur la station et les eaux de Ragatz-Pfœffers, in-8°, 30 p.; Paris, 1876.

Leymerie. Note sur les Cartes agronomiques comparées aux Cartes géologiques, in-8°, 7 p.; Toulouse, ...

— Note sur l'étage dévonien dans les Pyrénées; Note sur le Garumnien espagnol, gr. in-8°, 8 p.; Paris, 1875.

— Notice sur le pic du Gar (Haute-Garonne), gr. in-8°, 16 p., 1 pl.; Montpellier, 1876.

Lockert. Deux projets sur la traversée du Pas-de-Calais : Tunnel sous-marin par M. Michel Chevalier; Passage à ciel ouvert par M. Vérard de Sainte-Anne; Examen comparatif, in-4°, 8 p.; Paris, 1876.

Macpherson. Sobre las Rocas eruptivas de la provincia de Cadiz y de su semejanza con las Ophitas del Pirineo, in-8°, 22 p., 1 pl.; Madrid, 1876.

— On the origin of the Serpentine of the Ronda Mountains, in-8°, 20 p., 2 pl.; Madrid, 1876.

Manzoni et *Foresti.* Cenni geologici e paleontologici sul Pliocene antico di Castrocaro, par L. Foresti, in-4°, 56 p., 1 pl.; I Briozoi del Pliocene antico di Castrocaro, par A. Manzoni, 64 p., 7 pl.; Bologne, 1876.

Ministère de la Guerre. Carte de France au $\frac{1}{80\,000^e}$, 36e livr., feuilles 169 *bis (Albertville)*, 200 *(Gap)*, 262 *(Vico)*; coordonnées géographiques, in-4°, 12 p.; Paris, 1876.

Mortillet (G. de). Superposition du Solutréen au Moustérien, à Thorigné (Mayenne), in-8°, 4 p.; Toulouse, 1876.

Omboni. Delle antiche Morene vicine ad Arco nel Trentino, in-8°, 11 p.; Venise, 1876.

Rosemont (de Chambrun de). Considérations sur le delta du Var. Suites des Études géologiques sur le Var et le Rhône pendant les périodes tertiaires et quaternaires, in-8°, 15 p.; Nice,...

Royer (Clémence). Les âges préhistoriques, leurs divisions, leur succession, leurs transitions et leur durée, in-8°, 30 p.; Paris, 1876.

Schweiger-Lerchenfeld (Am. von). Ingenieur Josef Cernik's tech-

nische Studien-Expedition durch die Gebiete des Eupl nebst Ein-und Ausgangs-Routen durch Nord-Syrien, 47 p., 3 pl.; Gotha. 1876, chez *J. Perthes*.

Société de Géographie. Instructions générales aux bliées par la —, in-12, 288 p., 2 pl.; Paris, 1875, che *(M. Marcou)*.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem. Notice h des Protecteurs, Présidents, Secrétaires, Directeurs et dants et étrangers, et liste des publications de la So fondation en 1752; Liste des publications des Sociétés Journaux scientifiques qui se trouvent dans la Bibl Société. 1 janvier 1876, in-8°, 76 p.; Harlem, 1876.

Tromelin (G. Le Goarant de) et *P. Lebesconte*. Essai raisonné des Fossiles siluriens des départements de Mai la Loire-Inférieure et du Morbihan, avec des Observatic rains paléozoïques de l'Ouest de la France; Présentati paléozoïques du département d'Ille-et-Vilaine, et Not sur la Faune silurienne de l'Ouest de la France, in-8 1876.

Virlet d'Aoust. Ascensions au Popocatépetl et à l'Iztac que), in-12, 7 p.; Avesnes,...

— Le niveau moyen des mers du Globe, in-8°, 4 p.;

— Rapport sur les recherches entreprises sur le terrai vallées de l'Aumance et du Cher (Allier); Observations ches de houille du Rondet, commune de Montvicq, ca marault, arrondissement de Montluçon (Allier), in-4°, 1875.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes-rend daires des séances de l' —, t. LXXXII, nos 18 à 25; 1876

Ch. Sainte-Claire-Deville. — Sur le feldspath microcline et sur l'A

Des Cloizeaux. — Examen microscopique de l'Orthose et des d tricliniques, 1017.

J. L. Smith. — Recherches sur les composés du Carbone pur dar 1042.

A. Damour. — Sur un albâtre calcaire provenant du Mexique, 10

N. Thomas. — Sur l'existence du Mercure à l'état de minerai dar de l'Hérault, 1111.

Terreil. — Analyse du Platine natif magnétique de Nischne-Tagi

Daubrée. — Sur la présence du Nickel dans le Platine natif, 111

Fouqué. — Recherches minéralogiques et géologiques sur les la Thera, 1141.

C. Mallard. — Sur le système cristallin de plusieurs substanc

anomalies optiques. Théorie des assemblages cristallins. Explication du dimorphisme, 1164.

Bertrand. — Sur un nouveau minéral des Pyrénées, 1167.

A. Gaudry. — Sur les gisements de fossiles quaternaires dans la Mayenne, 1211.

E. Robert. — Sur les érosions qu'on doit attribuer à l'action des eaux diluviennes, 1216.

J. François. — Le Caucase et ses eaux minérales, 1245.

Leymerie. — Sur l'existence du Mercure dans les Cévennes, 1418.

J. Garnier. — Le minerai de Nickel de la Nouvelle-Calédonie ou Garniérite, 1451.

— Annales des Mines, 7e série, t. IX, 1re livr.; 1876.

Ed. Sauvage. — De l'exploitation hydraulique de l'Or en Californie, 1.

Pouyanne. — Note sur la région ferrifère des Ouelhassa, 81.

Charlon. — Note sur la découverte de l'Étain oxydé en Toscane, 119.

Daubrée. — Association du Platine natif à des roches à base de péridot; imitation artificielle du platine natif magnéti-polaire, 123.

— Club Alpin français. Annuaire du —, 2e année; 1875.

L. Revon. — Les gorges de la Diosaz, 42.

F. Descostes. — Le val de Fier, 119.

F. Reymond. — La Vanoise, 153.

P. Guillemin. — Ascension du Chaberton, 173.

F. Arnaud. — Ascension du Grand-Rubren, 230.

H. Ferrand. — Excursion à la brèche de Lauvitel, 259.

E. Wallon. — Les montagnes espagnoles de Panticosa, de Sallent et de Canfranc (Aragon), 358.

Fr. Schrader. — Nouvelles explorations dans le massif calcaire des Pyrénées, 395.

E. Trutat. — Les Glaciers de la Maladetta et le pic des Posets, 440.

A. Cazin. — Voyage scientifique à l'île Saint-Paul, 542.

A. Vézian. — Le Jura, 605.

Ch. Grad. — Études sur les Vosges : Orographie de la chaîne des Basses-Vosges, 641.

P. Brocchi. — La Société géologique en Suisse et en Savoie, 668.

— Journal des Savants, avril et mai 1876.

— Revue scientifique de la France et de l'Étranger, 2e sér., 5e année, nos 45 à 52; 1876.

— Société centrale d'Agriculture de France. Bulletin des séances de la —, t. XXXVI, no 3; 1876.

— Société botanique de France. Bulletin de la —, t. XXI, Session de Gap; 1874.

— Id., t. XXII, no 3; 1875.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, 6e sér., t. XI, avril; 1876.

Amiens. Société linnéenne du Nord de la France. Bulletin mensuel, no 48; 1876.

N. de Mercey. — Géologie résumée des cantons de la Somme : Amiens (suite), 84.

Besançon. Société d'Émulation du Doubs. Mémoires de la —, 4e sér., t. VIII; 1873.

Al. Vézian. — Le Jura franc-comtois, Études géologiques sur le Jura considéré principalement dans sa partie nord-occidentale. 2e étude : Structure intérieure et configuration générale du Jura, 325.

— Id., 4e sér., t. IX; 1874.

G. Berthelin. — Liste des Mollusques fossiles du Gault de Morteau (Doubs), 60.
Al. Vézian. — La France au point de vue géologique et historique, 468.

Saint-Quentin. Société académique des Sciences, Arts, Belles-Lettres, Agriculture et Industrie de —, 3e sér., t. XIII; 1874-75.

Toulouse. Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme, par M. *Ém. Cartailhac*, 2e sér., t. VII, n° 5; 1876.

A. Gaudry. — Histoire des Mammifères quaternaires ou actuels de nos pays, 193.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, t. XXIX, nos 1-4; 1876.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. Pr. —, fév.-mars 1876.

Vom Rath. — Die Zwillingsverwachsung der triklinen Feldspathe nach dem sogen. Periklin-Gesetze, und über eine darauf gegründete Unterscheidung derselben, 147.
Websky. — Ueber Isomorphie und chemische Constitution von Liëvrit, Humit und Chondrodit, 201.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der D. —, t. XXVII, n° 4; 1875.

Von Dechen. — Ueber den Quarzit bei Greifenstein im Kreise Wetzlar, 761.
Em. Kayser. — Ueber die Billings'sche Gattung *Pasceolus* und ihre Verbreitung in paläozoischen Ablagerungen, 776.
H. Loretz. — Einige Petrefacten der alpinen Trias aus den Südalpen, 784.
H. O. Lang. — Ueber die Absonderung des Kalksteins von Elliehausen bei Göttingen, 842.
Neumayr. — Die Ammoniten der Kreide und die Systematik der Ammonitiden, 854.
G. Seguenza. — An H. G. vom Rath, 943.
O. Feistmantel. — An H. von Richthofen, 945.
M. Bauer. — An H. G. vom Rath, 949.
Des Cloizeaux. — An H. G. vom Rath, 955.

Gotha. Mittheilungen aus *J. Perthes'* geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, von Dr. A. Petermann, t. XXII, nos 4 et 5; 1876.

Stuttgart. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, 1876, nos 2 et 3.

F. Nies. — Vorschlag das Citiren geographisch-geologischen Details betreffend, 113.
A. Baltzer. — Beiträge zur Geognosie der Schweizer-Alpen, 119.
E. Kalkowsky. — Ueber einige Eruptivgesteine des sächsischen Erzgebirges, 136.

W. von Beck. — Ueber eine neu entdeckte Lagerstätte von Silber-Erzen im Troitzker Bezirk des Gouvernement Orenburg, 162.

A. Streng. — Ueber Augit- und Adular-Krystalle, 178.

E. Dathe. — Olivinfels, Serpentine und Eklogite des sächsischen Granulitgebietes. Ein Beitrag zur Petrographie, 225.

A. von Lasaulx. — Mineralogisch-krystallographische Notizen (suite), 250; — 175.

Briefwechsel : A. Frenzel, 171; A. Weisbach, 171; K. Pettersen, 174; B. Lundgren, 180; O. Heer, 182; D. Stur, 183; F. Zirkel, 279; F. Sandberger, 280; G. vom Rath, 281; A. d'Achiardi, 285; Zittel, 286; G. C. Laube, 289; C. W. Moesta, 290.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société industrielle de —. Bulletin de la —, t. XLVI, avril-juin; 1876.

Autriche-Hongrie. Bude-Pesth. Földtani Intezet. A Magyar K. — Évkönyve, t. IV, n° 3; 1876.

S. Roth. — Fazekasboda-Moragyi Hegylanc (Baranyamegye) Eruptiv Közetei, 101.

— Geologischen Anstalt. Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. Ungarischen —, t. IV, n° 3; 1876.

S. Roth. — Die eruptiven Gesteine des Fazekasboda-Moragyer Gebirgszuges (Baranyaer Comitat), 93.

Cracovie. Akademija Umiejetnosci w —. Sprawozdanie Komisyi fizyjograficznéj obejmujace poglad na Ezynnosci dokonane w ciagu roku 1874, oraz Materyjaly do Fizyjografii Galicyi, t. IX; 1875.

St. Olszewski. — Zapiski paleontologiczne, 95 (3e partie).

A. Alth. — Rzecz o Belemnitach Krakowskich, 212.

Vienne. Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K. —, 1876, nos 7 et 8.

Von Klipstein. — Vorläufige Notiz über ein bemerkenswerthes neues Vorkommen von Juraversteinerungen im Gebirge zwischen dem Gader- und Ampezzaner Thale, 137.

R. Hoernes. — Neocomfundorte in der Gegend von Ampezzo und Enneberg in Südtirol, 140; — Versteinerungen aus dem Dachsteinkalk der Marmarole und des Antelao vom Val di Rin bei Auronzo und Val Oten bei Pieve di Cadore, 183.

M. Vacek. — Ueber einen fossilen Büffelschädel aus Kordofan, 141.

E. Döll. — Markasit nach Sternbergit von Joachimsthal. Pyrit nach Rädelerz von Kapnik, 144; — Beiträge zur Kenntniss des Mineralvorkommens von Waldenstein in Kärnthen; Pyrit nach Fahlerz, 171.

D. Stur. — Vorlage der Uebersichtskarte des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers, 144.

C. Doelter. — Das Porphyrterrain im Fleimserthale, 150.

Fr. von Hauer. — Sammlung von Nummuliten aus Ungarn, 161.

K. Feistmantel. — Zum Trilobitenfunde bei Pribram, 162.

O. Feistmantel. — Weitere Bemerkungen über die pflanzenführenden Schichten in Indien und deren mögliches Alter, 165.

J. von Jonstorff. — Analysen von zur Cementfabrication benützten Gesteinen eines Mergellagers zu Stein in Krain, 169.

Breitenlohner. — Ueber Menge und Bestand der bei Lobositz durch die Elbe aus

Böhmen entführten suspendirten und gelösten Stoffe nach monatsweisen Beobachtungen im Jahre 1866, 172.

G. Stache. — Geologische Karte des oberen Vintschgau, 176.

H. Wolf. — Das Aufnahmsgebiet in Galizisch-Podolien im Jahre 1875, 176.

K. M. Paul. — Vorlage der geologischen Uebersichtskarte der Bukowina, 183.

G. A. Koch. — Vorläufige geologische Mittheilungen aus der Fervallgruppe, 187.

Belgique. Bruxelles. Académie R. des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Annuaire de l'—; 1875.

— Id., 1876.

Ed. Dupont. — Notice sur la vie et les travaux de J.-B.-J. d'Omalius d'Halloy, 181.

— — Bulletins de l'—, 2e sér., t. XXXVIII; 1874.

Melsens. — Note sur l'importance du gisement de phosphate de chaux des environs de Ciply (province de Hainaut), 23, 442.

C. Malaise. — Sur quelques Roches porphyriques de Belgique, 70; — Sur la découverte du *Dictyonema sociale,* Salt., de la faune primordiale, dans le massif de Rocroy, 461; — Rapport sur un mémoire en réponse à la 6e question : *Faire connaître, notamment au point de vue de leur composition, les Roches plutoniennes, ou considérées comme telles, de la Belgique et de l'Ardenne française,* 747.

Fr. Crépin. — Description de quelques Plantes fossiles de l'étage des Psammites du Condroz (Dévonien supérieur), 356; — Fragments paléontologiques pour servir à la Flore du terrain houiller de Belgique, 568.

G. Dewalque. — Rapport sur un mémoire en réponse à la 6e question : *Faire connaître, notamment au point de vue de leur composition, les Roches plutoniennes, ou considérées comme telles, de la Belgique et de l'Ardenne française,* 750.

— Id., 2e sér., t. XXXIX; 1875.

De Koninck, G. Dewalque. — Rapports sur : *Des chlorures alcalins de la formation houillère,* par R. Malherbe. 9, 11; — Rapports sur : *Sur quelques Plantes fossiles de l'étage des Psammites du Condroz,* par A. Gilkinet, 363, 364.

R. Malherbe. — Des chlorures alcalins de la formation houillère, 16.

A. Petermann. — Note sur les gisements de phosphates en Belgique, et particulièrement sur celui de Ciply, 25.

Fr. Crépin. — Note sur le *Pecopteris odontopteroides,* Morris, 258.

E. Dupont. — Sur le Calcaire carbonifère entre Tournai et les environs de Namur, 264.

A. Gilkinet. — Sur quelques Plantes fossiles de l'étage des Psammites du Condroz, 384.

G. Dewalque, de Koninck, Dupont. — Rapports sur : *Sur l'étage dévonien des Psammites du Condroz en Condroz,* par M. Mourlon, 469, 476.

M. Mourlon. — Sur l'étage dévonien des Psammites du Condroz en Condroz, 602.

— Id., 2e sér., t. XL; 1875.

Dupont. — Rapport sur : *Nouvelles observations sur la Flore des Psammites du Condroz,* par F. Crépin, 53.

De Koninck, G. Dewalque, Bellynck. — Rapports sur : *Sur quelques Plantes fossiles de l'étage du Poudingue de Burnot,* par A. Gilkinet, 70, 71, 73.

A. Gilkinet. — Sur quelques Plantes fossiles de l'étage du Poudingue de Burnot, 139.

G. Dewalque, Dupont, Briart. — Rapport sur un *Projet de publication d'une nouvelle Carte géologique de la Belgique*, 274, 291, 308.

P. J. Van Beneden. — Les *Pachyacanthus* du Musée de Vienne, 323; — Les ossements fossiles du genre Aulocète au Musée de Linz, 536; — Le squelette de la Baleine fossile du Musée de Milan, 736.

G. Dewalque, Dupont. — Rapports sur : *Sur l'étage dévonien des Psammites du Condroz dans le bassin de Theux, dans le bassin septentrional (entre Aix-la-Chapelle et Ath) et dans le Boulonnais*, par M. Mourlon, 673, 676.

Dupont, Nyst, Briart. — Rapports sur : *Les dépôts littoraux de l'argile panisélienne dans les environs de Bruxelles*, 678, 680, 681.

M. Mourlon. — Sur l'étage dévonien des Psammites du Condroz dans le bassin de Theux, dans le bassin septentrional (entre Aix-la-Chapelle et Ath) et dans le Boulonnais, 761.

G. Dewalque, Briart, Cornet. — Rapports sur deux mémoires en réponse à la 5e question : *On demande la description du système houiller du bassin de Liége*, 899.

— — Mémoires de l'—, t. XLI; 1875-76.

— — Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'—, t. XXIV à XXVI; 1875.

— — Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers publiés par l'—, t. XXXVIII et t. XXXIX, 1re partie; 1874-76.

— — Notices biographiques et bibliographiques, 1874.

Danemark. Videnskabernes Selskabs. Det K. D. — Skrifter. Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeling, 5e série, t. X, nos 7-9; 1875.

— Id., t. XI, no 1; 1875.

J. Reinhardt. — Bidrag til Kundskab om Kjæmpedovendyret *Lestodon armatus*, 1.

— Id., t. XII, no 1; 1875.

— — Oversigt over det K. D. — Forhandlinger og dets Medlemmers Arbejder, 1873, no 3.

F. Johnstrup. — Sur les couches carbonifères des îles Fœroë et les analyses des charbons du Danemark et des possessions danoises dans le Nord, *Rés.*, 57.

— Id., 1874, nos 1 et 3.

— Id., 1875, no 1.

Espagne. Madrid. Revista minera, sér. B, nos 49-53; 1876.

E. Maffei. — Minas de carbon de Aller en Asturias, 101, 109.

États-Unis. New-Haven. American Journal of Science and Arts (The), 3e sér., t. XI, nos 65 et 66; 1876.

S. W. Ford. — On additional species of Fossils from the Primordial of Troy and Lansingburgh, Rensselaer County, N. Y., 369.

W. M. Fontaine. — The Conglomerate series of West Virginia (fin), 374.

E. S. Dana. — Mineralogical Notes : III. On new twins of Staurolite and Pyrrhotite, 384.

J. L. Smith. — Researches on the Solid Carbon Compounds in Meteorites, 368, 433.

R. Owen. — On the existence or not of Horns in the Dinocerata, 401.

O. C. Marsh. — On some Characters of the genus *Coryphodon*, Owe of a new Sub-order of *Pterosauria*, 507; — Notice of new Odontor

G. H. Hawes. — On a Lithia-bearing variety of Biotite, 431.

G. J. Brush. — On the Chemical Composition of Durangite, 461.

Ch. Fr. Hartt. — The Geological Survey of Brazil, First Prelimina

Ch. U. Shepard. — Notice of the Meteoric Stone of Waconda, Kansas, 473.

Cl. King. — Paleozoic subdivisions on the 40th Parallel, 475.

Washington. Geological and geographical Survey of th Bulletin of the U. S. —, t. II, nº 3; 1876.

F. V. Hayden. — Notes descriptive of some Geological Sections about the Headwaters of the Missouri and Yellowstone Rivers, 199.

B. F. Mudge. — Notes on the Tertiary and Cretaceous Periods of E

S. H. Scudder. — Brief Synopsis of North American Earwigs, wi on the fossil species, 219.

Grande-Bretagne. Londres. Geological Magazine (T 2e déc., t. III, nos 5 et 6; 1876.

W. Davies. — On the Exhumation and Development of a large Rep *armatus*, Owen), from the Kimmeridge Clay, Swindon, Wilts., 193.

T. G. Bonney. — Some Notes on Glaciers, 197.

J. W. Judd. — Contributions to the Study of Volcanos, 2d series: Outbursts which preceded the Formation of the Alpine System, 200.

H. Hicks. — Some Considerations on the Probable Conditions un Palæozoic Rocks were deposited over the Northern Hemisphere (s — The oldest Fossiliferous Rocks of Northern Europe, 240.

W. H. Penning. — Concretions, 218; — Apparent and true Dip, 23 Insular Land by the Sea, 282.

J. Prestwich. — Thickness of the Oxford Clay, 237.

G. Linnarsson. — On the Vertical Range of the Graptolitic Types ir — Oldest Fossiliferous rocks of Northern Europe, 287.

H. A. Nicholson. — Notes on the Correlation of the Graptolitic depos with those of Britain, 245.

O. Fisher. — On the Theory of the Erosion of Lake-Basins by Glaci

A. E. Nordenskiöld. — Sketch of the Geology of Ice Sound and Bell bergen, IV, 255.

S. G. Perceval. — On the discovery of *Palæacis cuneata*, Meek and Carboniferous Limestone, near Henbury, Bristol, 267.

J. E. Marr. — Note on the Occurence of Phosphatised Carbonate of Ha, Yorkshire, 268.

W. T. Aveline. — Absence of the Llandory Rocks in the Lake District

H. G. Day. — Apparent and true Dip, 284.

S. V. Wood jun. — Physical Geology of East Anglia in the Glacial

H. Miller. — Glacial origin of Lake-basins, 286.

Manchester. Geological Society. Transactions of the —, 1876.

— The subwealden exploration. 79.

Plant. — Discoveries at Creswell Crags, 84.

Plymouth. Geological Society of Cornwall. Transactions of the R. —, t. IX, nos 1 et 2; 1875-76.

E. T. Carne. — On Transition and Metamorphosis of Rocks in the Land's End District, 1; — Enquiry into the Nature of the Forces that have acted on the Formation and elevation of the Land's End Granite, 132.

R. Hunt. — A Contribution to the Theory of Mineral Veins, 22.

Ch. Fox. — Tooth and Fragments of Bones of *Hippopotamus*, from the neighbourhood of Constantine, in Algeria, 26; — A Diamond Field, West Griqualand, South Africa, 165.

Ch. W. Peach. — On the Fossil Fish of Cornwall, 31; — Remarks on (with a list) some of the Organic Remains of Cornwall, in the Museum of the R. G. S. of C., 49; — On the Discovery of Organic Remains in the Rocks of Nelly's Cove, near Porthalla, and of some curious Organic-like Masses in a quarry near Hayle, 55; — On Traces of Glacial Action on the Great Cairn, near Gorran Haven, Cornwall, 105.

W. W. Smyth. — On the Occurence of Metallic Ores with Garnet Rock. Note illustrating a series of Copper Ores from Belstone Consols, 38.

A. L. Fox. — On some Fossils from Mount Lebanon, 46.

L. Squire jun. — Some Observations on the Magnesite of Silesia, 59.

N. Whitley. — The Geology of Lundy Island, 71; — The Geology of Penzance Bay and its shores, 109.

W. Nicholas. — Notes on the Quartz Reefs or Lodes of Sandhurst, Victoria, Australia, 78.

Th. Cornish. — Memorandum on the discovery of Hazel-nuts in Tin Stream at Saint-Hilary, 98.

R. Pearce. — Note on Chrome Iron in the Serpentine of the Lizard, 99; — Note on Pitchblende in Cornwall, 103.

R. James. — Memorandum on Pitchblende in Colorado, 102.

W. H. Flover. — On the Bones of a Whale found at Pentuan, now in the Museum of the R. G. S. of C., 114.

S. Higgs jun. — Some Remarks on the Mining district of Yorke's Peninsula, South Australia, 122.

Cl. Le N. Foster. — Remarks on the Lode at Wheal Mary Ann, Menheniot, 152; — On the Place and Mode of Occurence of the Mineral Andrewsite, 163; — Remarks upon the Tin Deposits of East Wheal Lovell, 166.

J. Gilbert. — Notice of a Vugh in St-Ives Consols Mines, 158.

W. Wellington. — Notice on Mount Bischoff, Tasmania, 161.

W. Tyack. — On a Deposit of Quartz Gravel at Blue Pool, in Crowan, 171.

W. Linford. — Notes on some Fossils found at Bude, 182.

Inde. **Calcutta. Geological Survey of India. Memoirs of the —. *Palæontologia Indica*, sér. IX, nos 2 et 3 (Jurassic Fauna of Kutch, t. I, nos 2 et 3); 1875.**

W. Waagen. — The Cephalopoda (Ammonitidæ), 23.

— — Records of the —, t. VIII; 1875.

T. Oldham. — Annual Report on the G. S. of I. and on the Geological Museum, Calcutta, for the year 1874, 1.

F. Stoliczka. — The Altum-Artush considered from a geological point of view, 13.

F. Fedden. — On the evidences of *Ground-ice* in tropical India during the Talchir period, 16.

W. King. — Preliminary note on the Gold-fields of South-east Wynad, 29.

A. B. Wynne. — Geological Notes on the Khareean hills in the
T. Blanford. — Report on water-bearing strata of the Surat Dis
H. B. Medlicott. — Sketch of the Geology of Scindia's Terr
Shapur Coal-field, with notice of Coal-explorations in the Narb
Note on the Geology of Nepal, 93.
F. R. Mallet. — Note on Coals recently found near Moflong, Kha
V. Ball. — The Raigarh and Hingir Coal-field, 102.

Italie. Rome. Bullettino del Vulcanismo italiano, *Rossi*, t. III, nos 3 à 6 ; 1876.

Java. Batavia. Natuurkundige Vereeniging in Ned die. Natuurkundig Tijdschrift voor N. I. uitgegeven t. XXXIV ; 1874.

Pays-Bas. Haarlem. Société hollandaise des Science néerlandaises des Sciences exactes et naturelles publ t. X, nos 4 et 5 ; 1875.

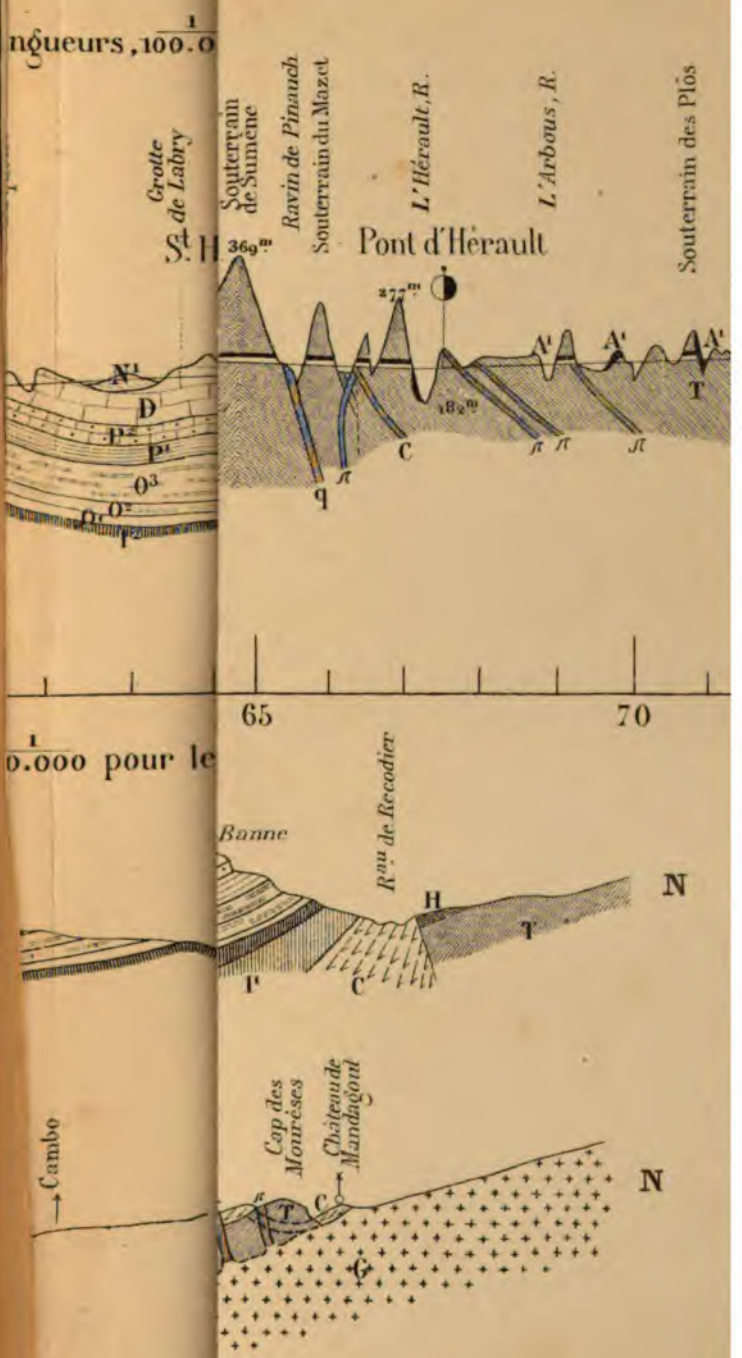
P. Harting. — Le système éémien, 443.

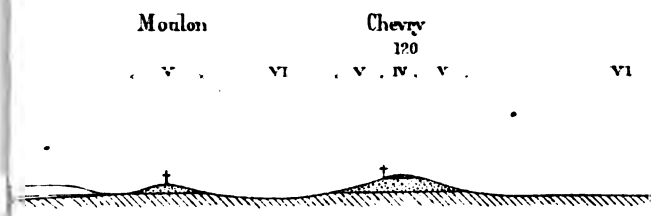
— Id., t. XI, nos 1 à 3 ; 1876.

— — Natuurkundige Verhandelingen der —, 3e sér 1875.

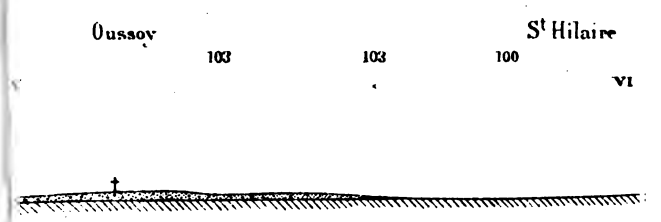
Russie. Moscou. Société I. des Naturalistes de —. Bu t. XLIX, no 1 ; 1875.

H. Trautschold. — Briefe aus dem Ural an den Vice-Präsidente 110.
G. vom Rath. — Aus einem Briefe an den 1ten Sekretär der Ges
N. Vischniakoff. — Sur les *Aptychus* de Gorodisché, 175.

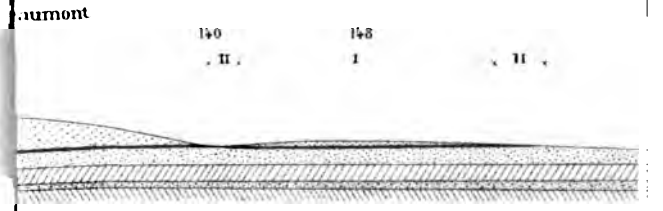

ngueurs, 1/100.0
Grotte de Labry
Souterrain de Sumène
Ravin de Pinauch
Souterrain du Mazet
L'Hérault, R.
L'Arbous, R.
Souterrain des Plôs
St. H
369m
Pont d'Hérault
277m
182m
N1
D
P2
P1
O3
O2
O1
P2
A1
A1
A1
T
C
π
q
65
70
1/0.000 pour le
Banne
Rau de Recodier
H
T
N
P1
C
Cambo
Cap des Mourèses
Château de Mandagout
T
C
G
N



es.

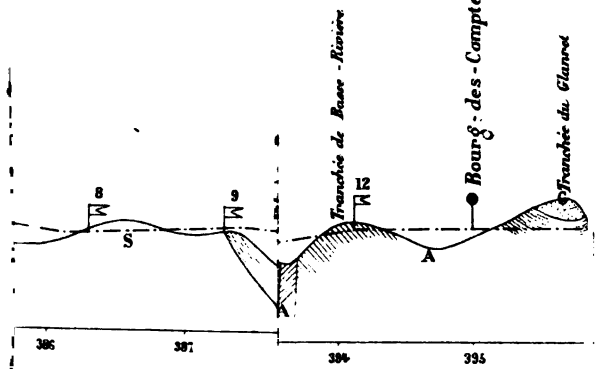


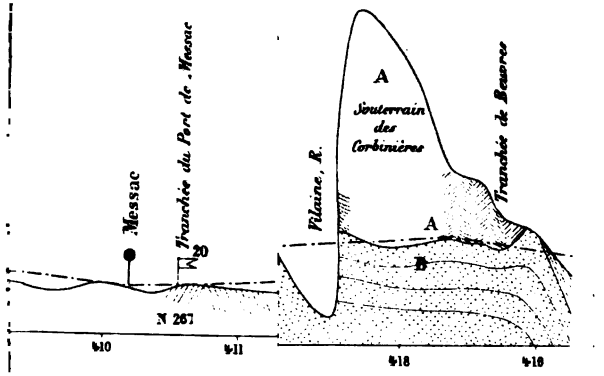
aumont

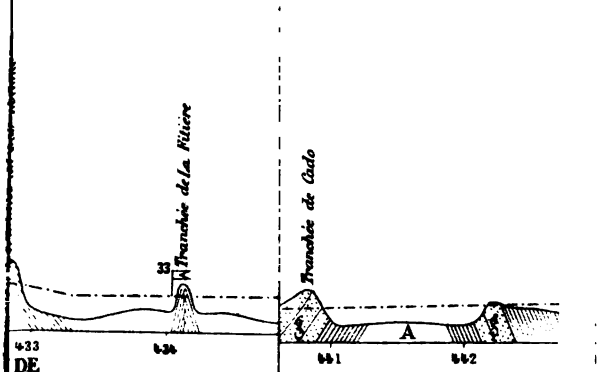


de la Sologne
de l'Orléanais
de l'Orléanais
re de Beauce supérieur
de Gâtinais
de Beauce inférieur

DE FER DE RENNES A







DE

, à la tranchée de Codo, et
matin

Fig. 3

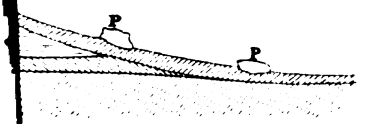
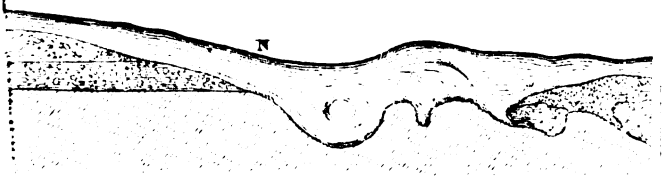
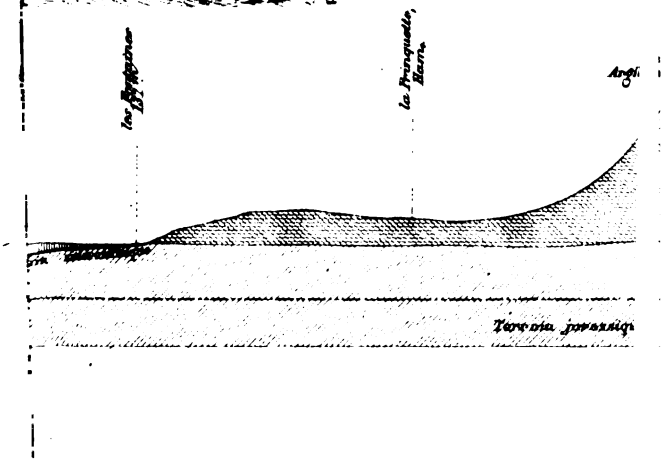


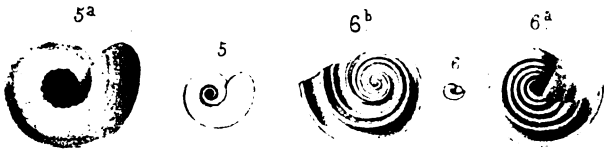
Fig. 4

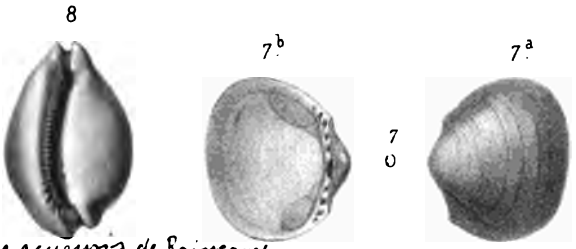


is dans le département de l'Eure



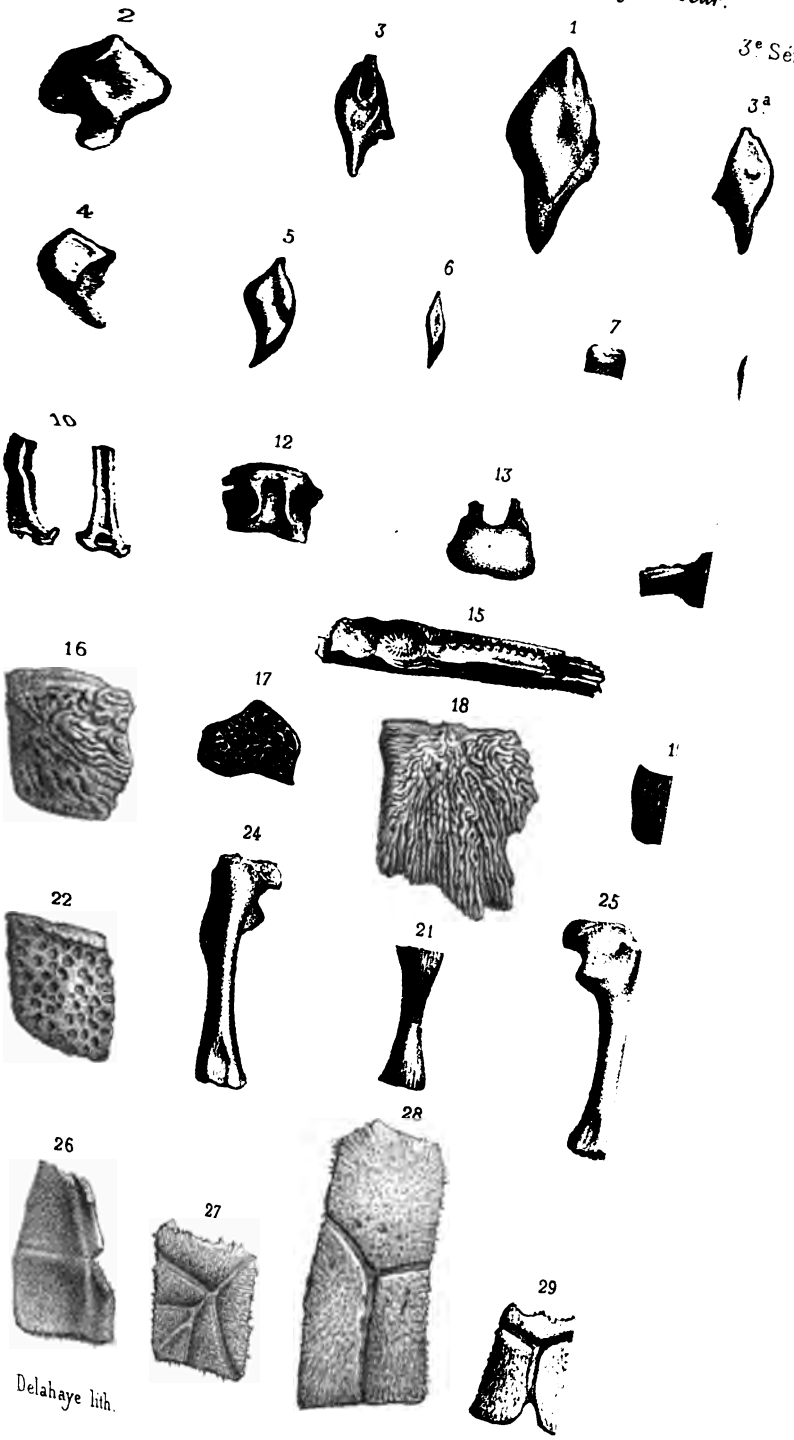
Note de M. de Raincourt.





Cypræa acyanis de Raincourt
= Cypræa bartonensis Edw.

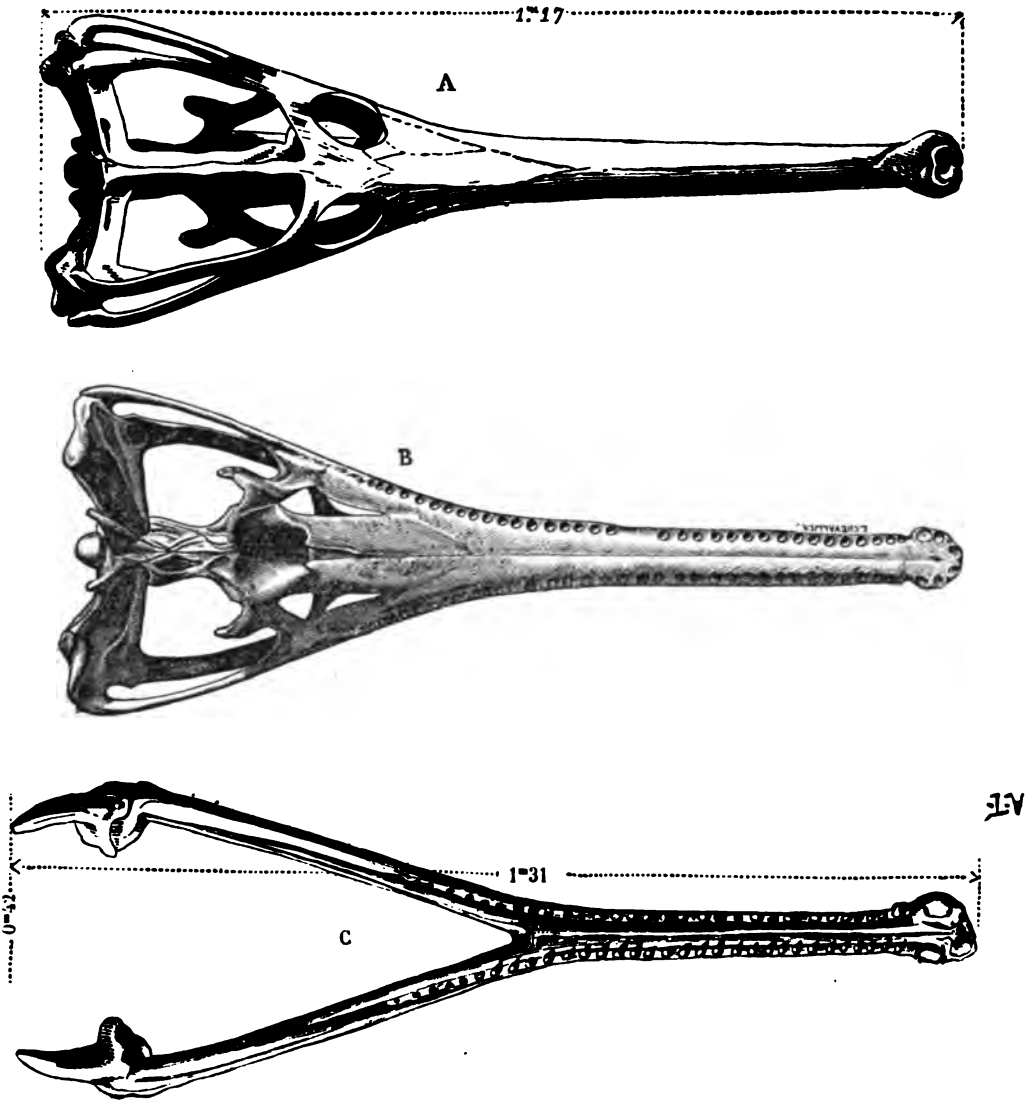
Arnoul del



Delahaye lith.

Note de M. MOREL DE GLASVILLE.

Bull. Soc. géol. de France 3e sér., t. IV, pl. VIII, p. 342.



Steneosaurus Héberti, Morel de Glasville.

Bull. de la Soc. Géol. de France.

Fig. 1.

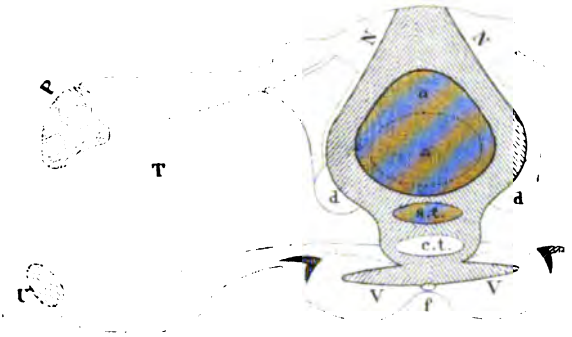


Fig. 2.

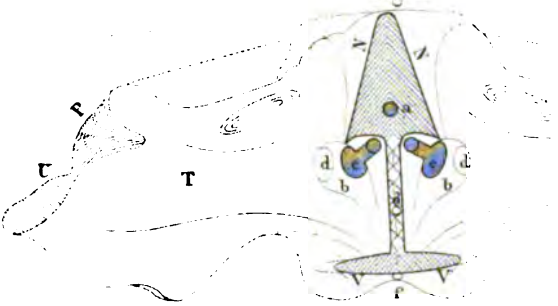


Fig. 3.

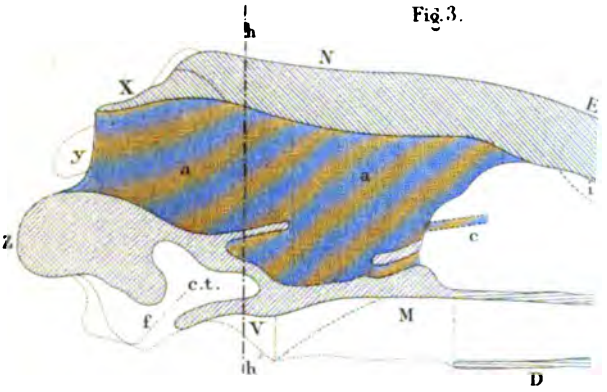
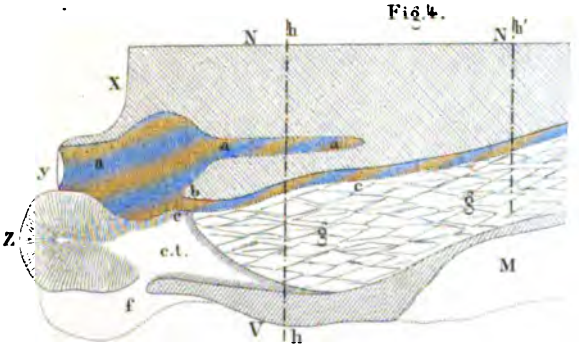


Fig. 4.

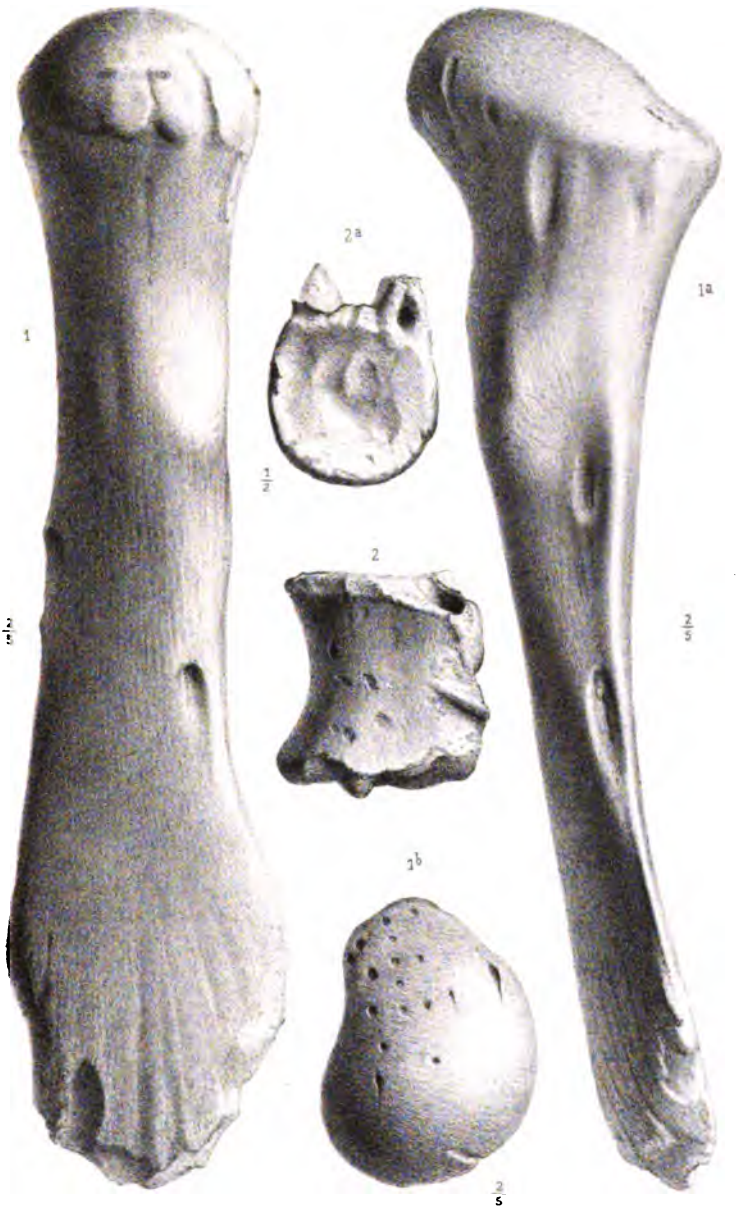


1,3. Teleosaurus Cadomensis_2,4. Steneosaurus

Gravé chez L. Wuhrer, R. Gay-Lussac, 52.

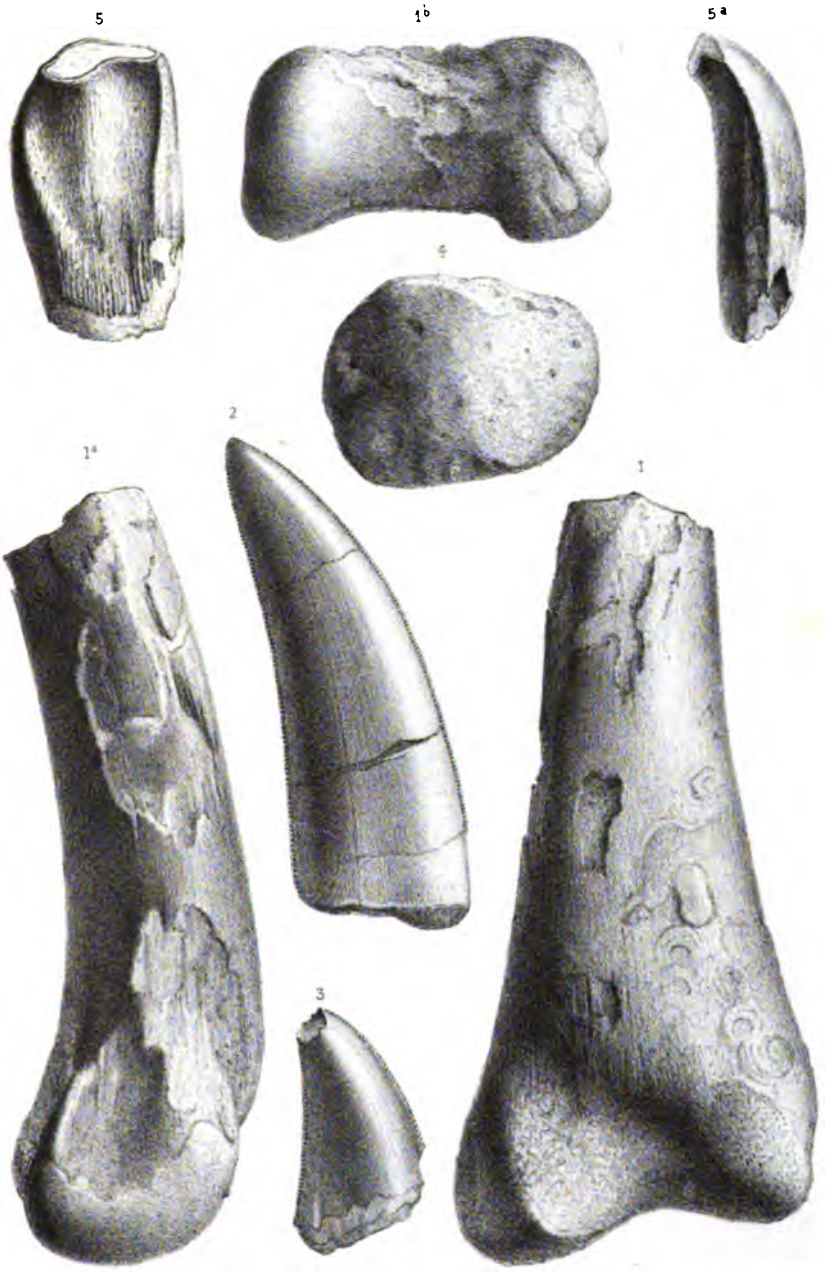
Arnoul del.

Note de Mr Sauvage.



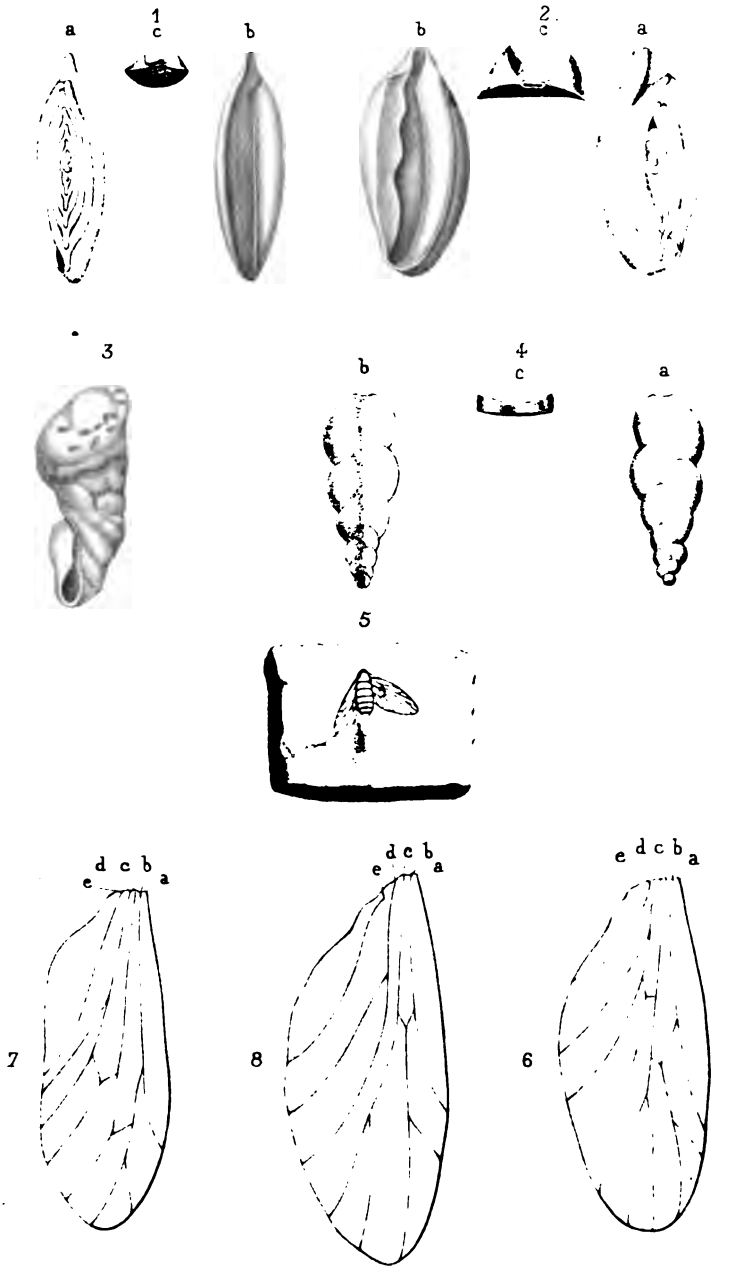
Imp. Becquet Paris

Note de Mr Sauvage.



Imp. Becquet Paris.

Notes de Mr Ch Brongniart et de Mr Terquem.



Arnoul lith

Imp Becquet Paris.

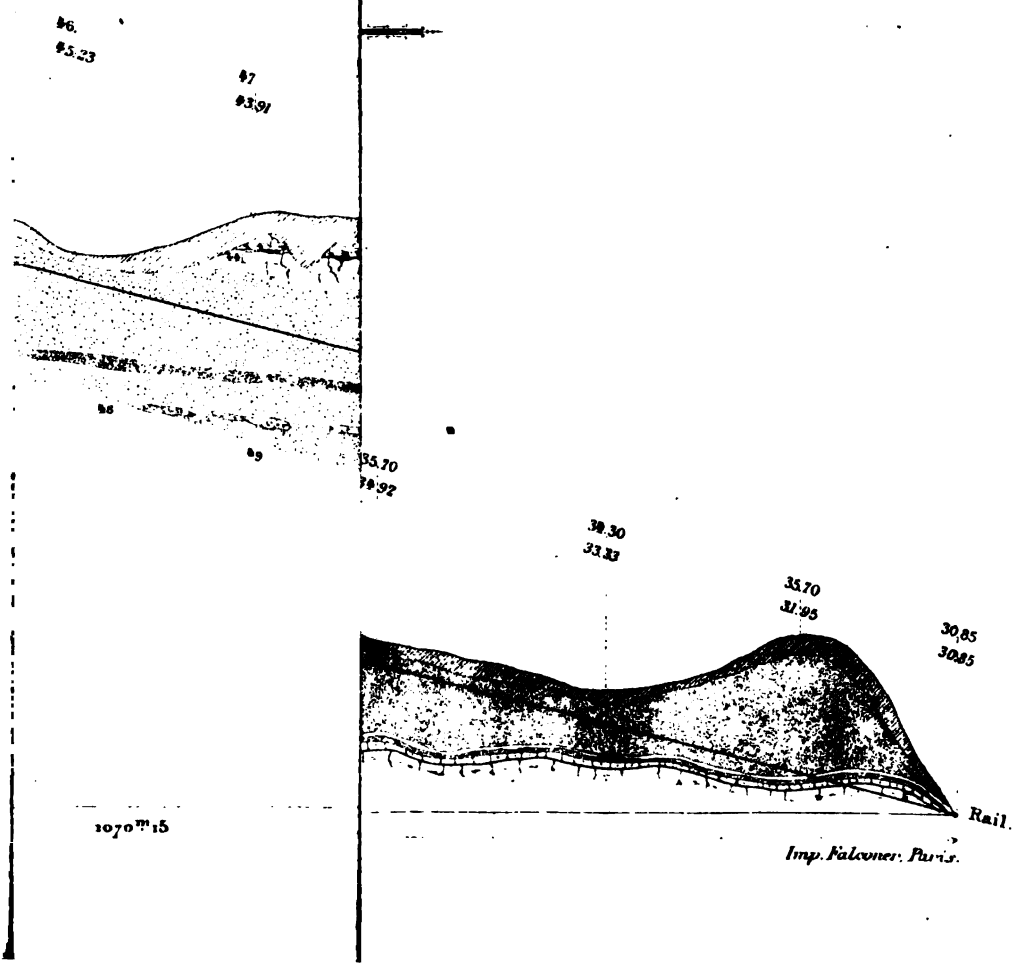
ÉOLOGIQUE

le la

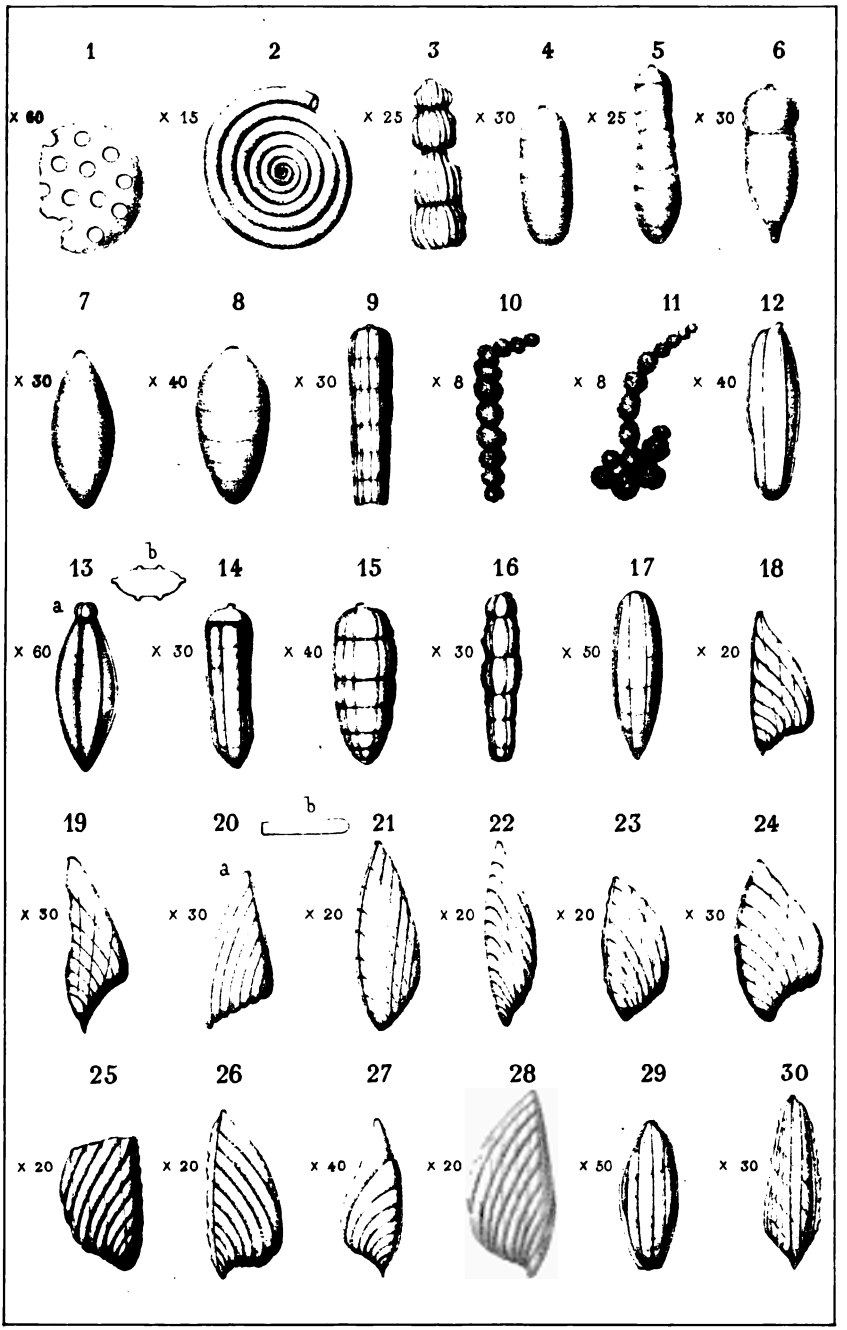
DE LA SEINE

FRETTE

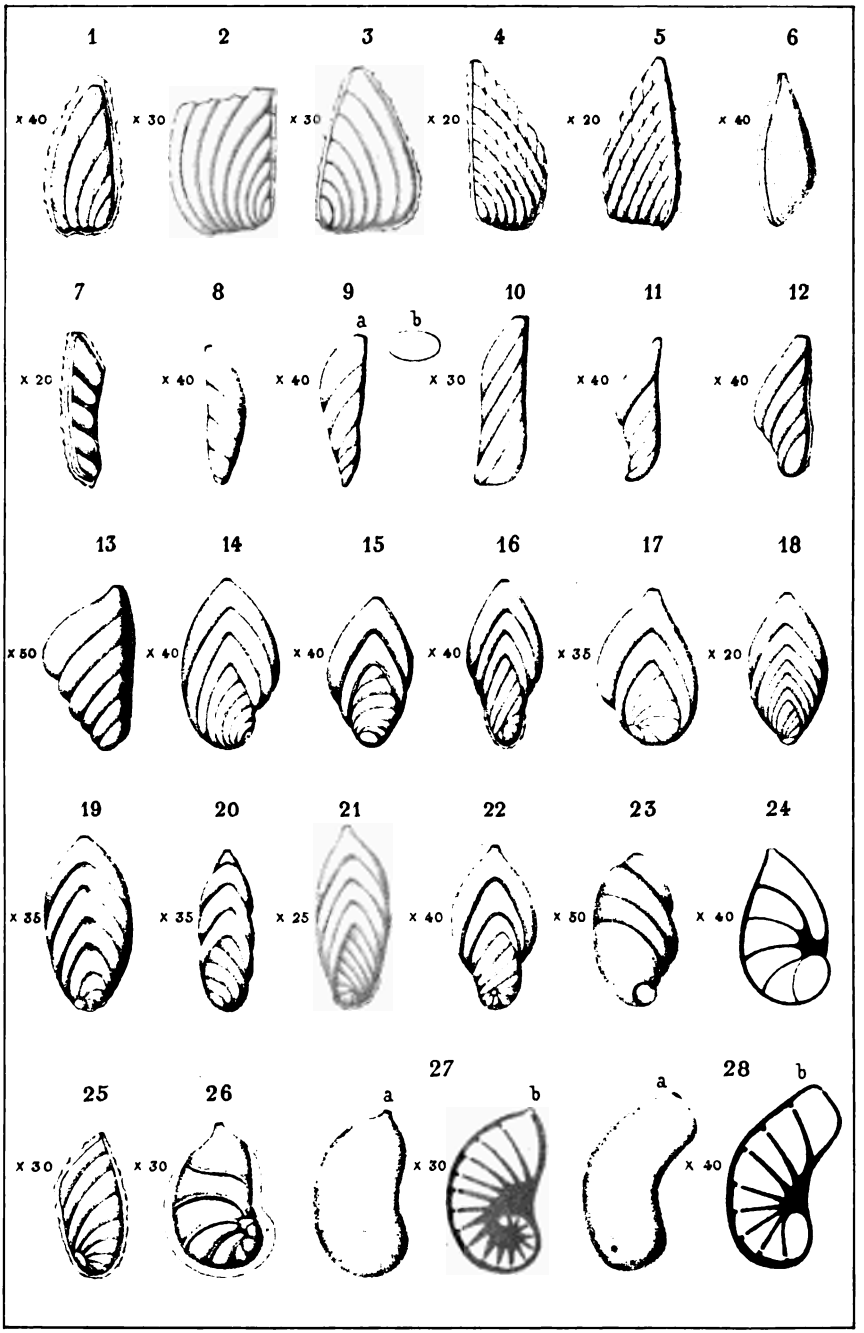
lles-en-Parisis.



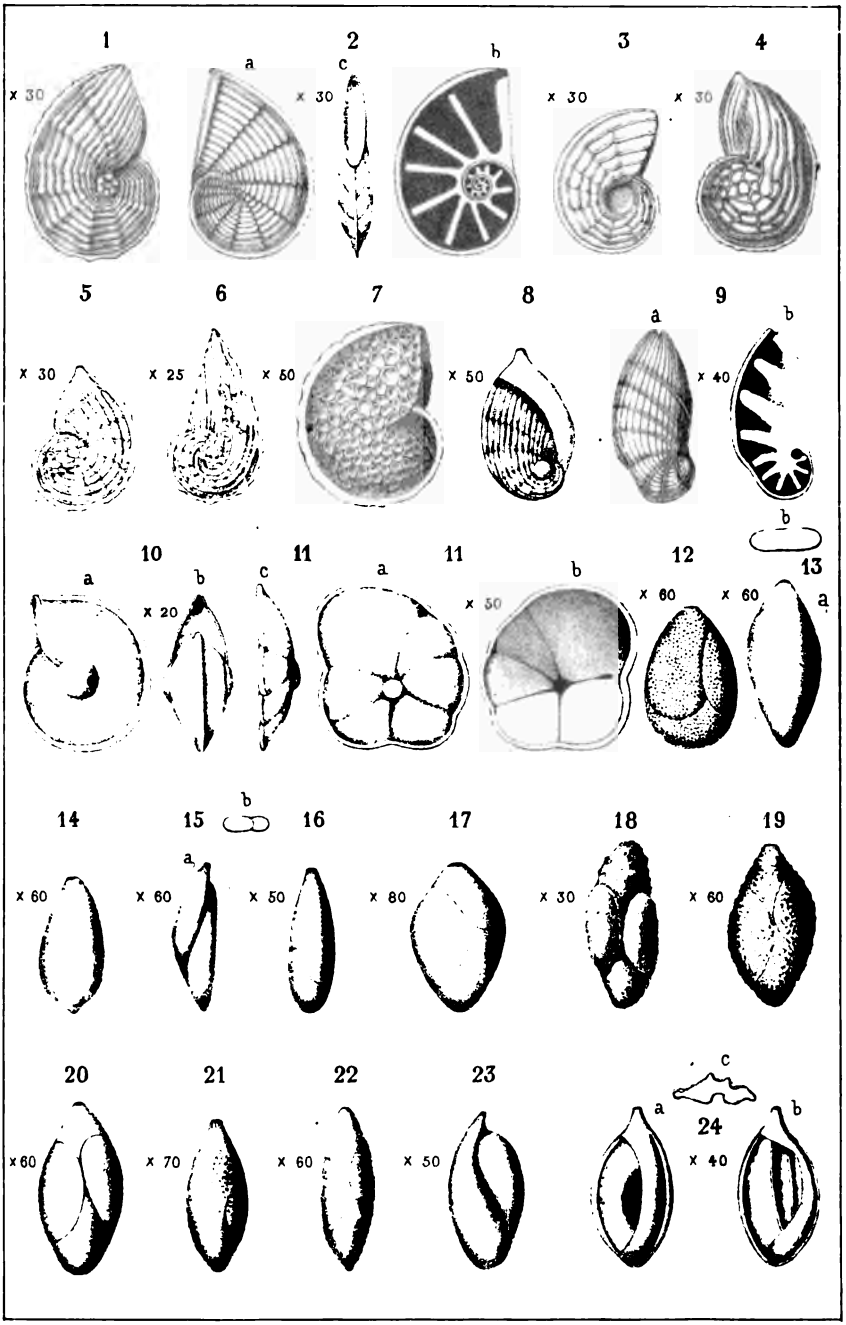
Imp. Falconer, Paris.



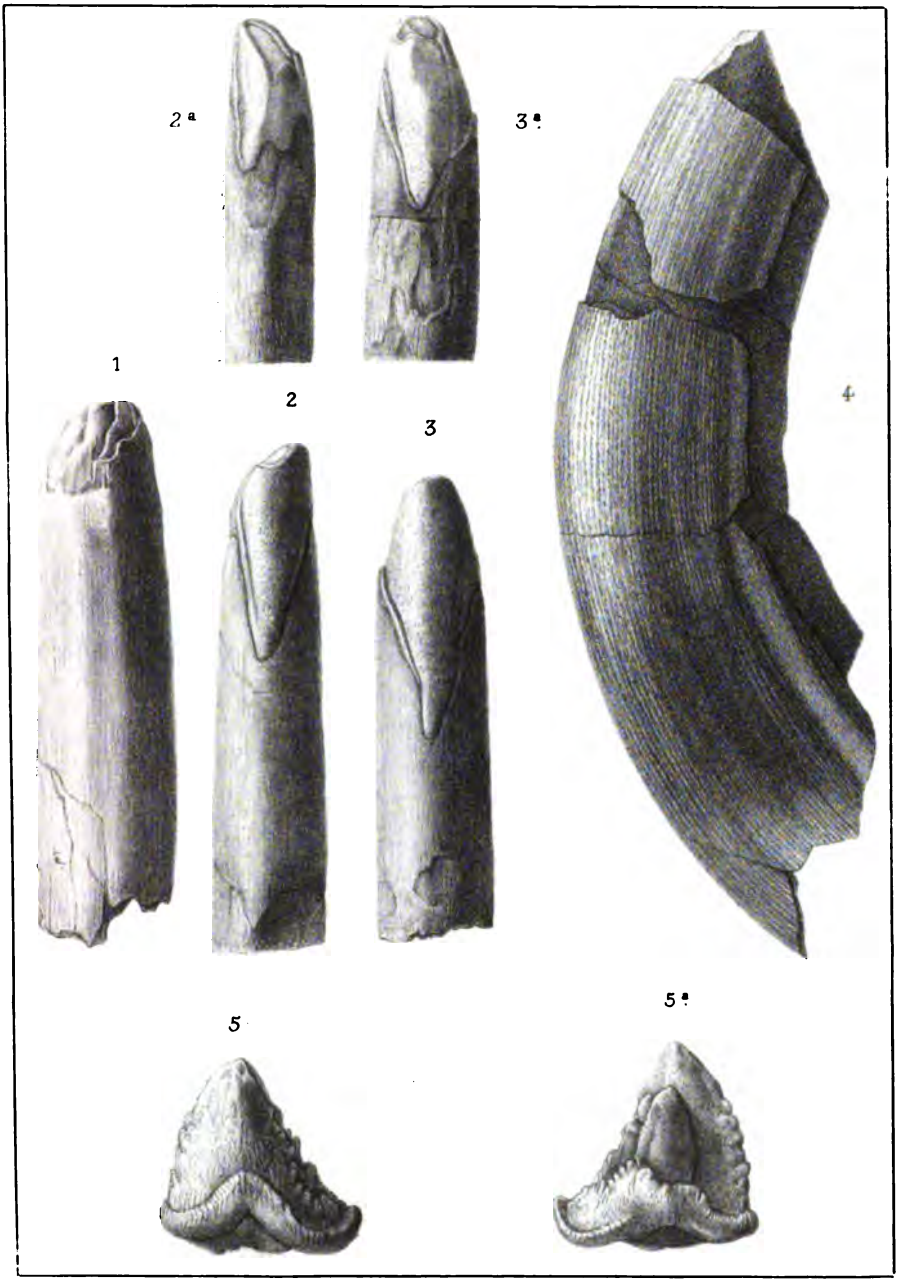
Terquem ad naturam del. Arnoul lith.



Terquem ad naturam del. Arnoul lith.



Terquem ad naturam del. Arnoul lith.

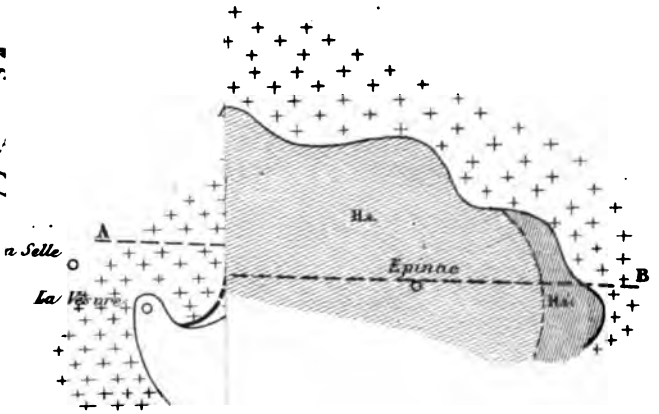


H Formant del Imp. Becquet Paris.

Hippopotamus hipponensis, A. Gaud.
3/4 de grandeur naturelle

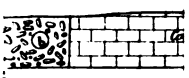
R

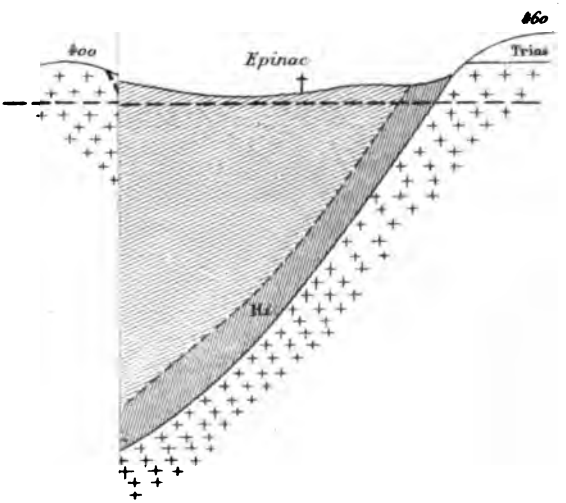
Coupe suivant A



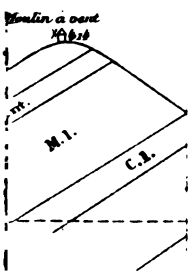
e AB.

ploitation abouti





mmet de la mou



Terrain (Roche — Affleurements d'Anthracite reconnus

P. Terrain — Affleurements d'Anthracite supposés

Paris, Im

Fig.1_Coupe passant par le Mont
Echelle de

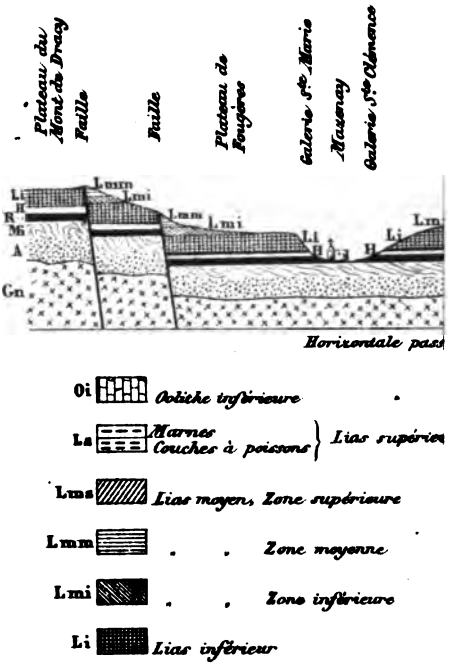
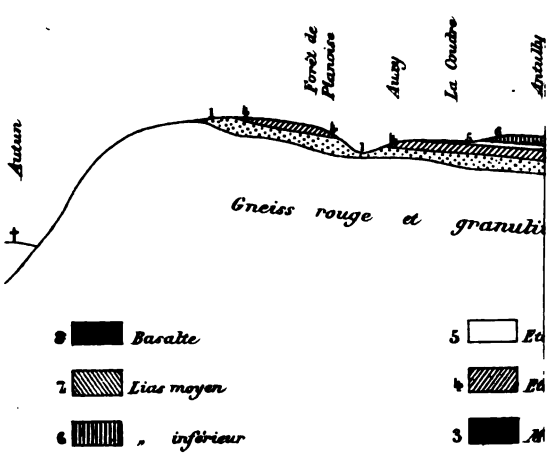


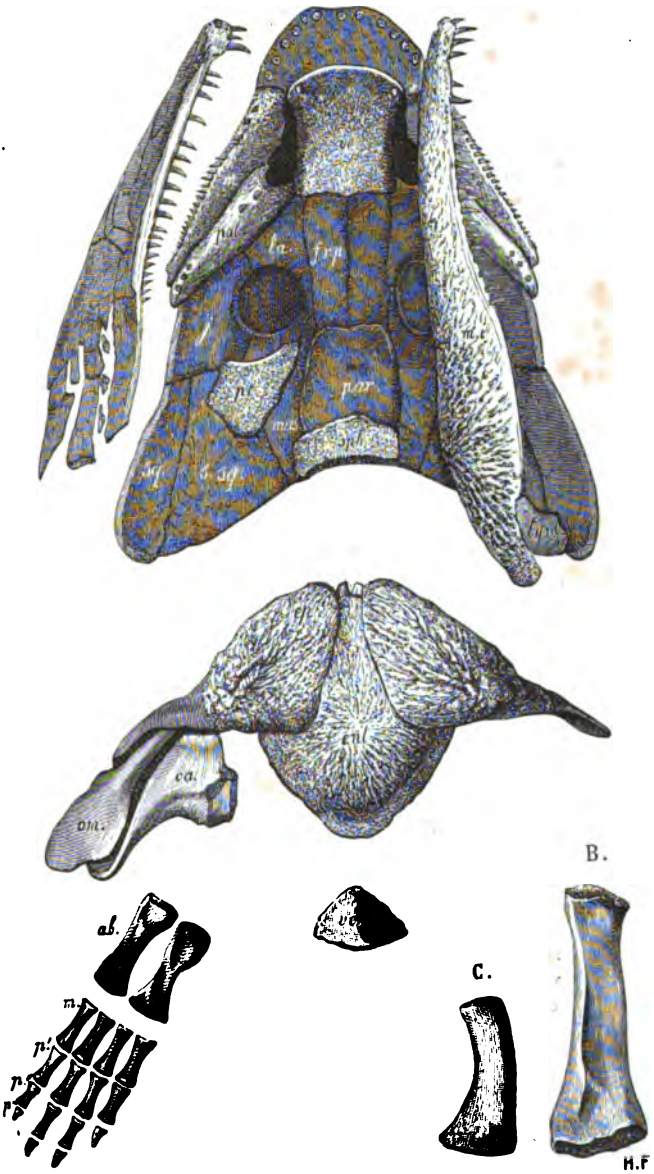
Fig.2_Croquis d'une coupe
S



Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Epée, 4.

Note de M. Albert Gaudry

Bull. Soc. Géol. de France. **3e Série, t. IV, pl. XXII, p. 720**



Actinodon Frossardi

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

RENEWED BOOKS ARE SUBJECT TO IMMEDIATE
RECALL

LIBRARY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS

Book Slip—50m-12,'64(F772s4)458

345804
Société geologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.3
v.4

345804

Société geologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.3
v.4

GEOLOGY
PHYSICAL
SCIENCES
LIBRARY

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS